



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>











56

Sec 1991 d. 89  
1736















HISTOIRE  
DE  
L'ACADEMIE  
ROYALE  
DES SCIENCES.

---

ANNÉE M. DCCXXXVI.

---

Avec les Mémoires de Mathématique & de Physique,  
pour la même Année,

*Tirés des Registres de cette Académie.*

A PARIS,  
DE L'IMPRIMERIE ROYALE.

---

M. DCCXXXIX.





# T A B L E

P O U R

## L' H I S T O I R E.

---

### PHISIQUE GÉNÉRALE.

<i>SUR la Rosée.</i>	Page 1
<i>Sur la Pourpre d'un Coquillage de Provence.</i>	6
<i>Observations de Phisique générale.</i>	55

---

### A N A T O M I E.

<i>Sur les causes qui arrêtent les Hémorragies.</i>	58
<i>Observation Anatomique.</i>	59

---

### C H I M I E.

<i>Sur les Vitriols &amp; sur l'Alun.</i>	61
<i>Sur la Base du Sel Marin.</i>	65
<i>Sur l'Antimoine &amp; sur un nouveau Phosphore détonnant.</i>	68

---

### B O T A N I Q U E.

<i>Sur la Sensitive.</i>	73
--------------------------	----

---

### G E O M E T R I E.

<i>Sur la Pratique de mesurer par des Triangles.</i>	80
* ij	

## T A B L E.

---

### A S T R O N O M I E.

<i>Sur la Détermination de la Hauteur du Pole indépendamment des Réfractions.</i>	85
<i>Sur l'Accord des deux Loix de Képler dans le Systeme des Tourbillons.</i>	91
<i>Sur la Conjonction de Mercure avec le Soleil, le 11 Nov.</i>	97
<i>Sur une nouvelle Perpendiculaire à la Méridienne de Paris.</i>	103

---

### M E C H A N I Q U E.

<i>Sur quelques Problemes de Dynamique par rapport aux Tractions.</i>	105
<i>Sur la Vis d'Archimede.</i>	110
<i>Sur la Longueur du Pendule dans la Zone Torride.</i>	115
<i>Sur le Mouvement de deux Liquides qui se croisent.</i>	118
<i>Observation de Méchanique.</i>	119
<i>Machines ou Inventions approuvées par l'Académie en 1736.</i>	120



# T A B L E

## P O U R

### L E S M É M O I R E S .

<i>SOLUTION de quelques Problemes de Dynamique. Par</i> M. CLAIRAUT.	Page 1
<i>Conjectures sur la couleur rouge des vapeurs de l'Esprit de Nitre</i> <i>&amp; de l'Eau-forte. Par M. HELLOT.</i>	23
<i>Méthode de trouver la hauteur du Pole, &amp; la déclinaison des</i> <i>Etoiles qui n'est pas sujette à la Réfraction. Par M.</i> MARALDI.	43
<i>Quelques Expériences sur la Liqueur colorante que fournit la</i> <i>POURPRE, espece de Coquille qu'on trouve abondamment</i> <i>sur les Côtes de Provence. Par M. DU HAMEL.</i>	49
<i>Des Opérations Géométriques que l'on employe pour déterminer</i> <i>les distances sur Terre, &amp; des précautions qu'il faut prendre</i> <i>pour les faire le plus exactement qu'il est possible. Par M.</i> CASSINI DE THURY.	64
<i>Observations sur la Sensitive. Par M. DU FAY.</i>	87
<i>Sur la Mesure de la Terre par plusieurs Arcs de Méridien pris</i> <i>à différentes Latitudes. Par M. CLAIRAUT.</i>	111
<i>Description Anatomique de l'Œil de l'espece de Hibou appelé</i> <i>ULULA. Par M. PETIT le Médecin.</i>	121
<i>Probleme Astronomique. Trouver la hauteur du Pole indépendam-</i> <i>ment des Réfractions, lorsque cette hauteur n'est pas au dessous</i> <i>de 25 ou 30 degrés, par le moyen d'une Étoile qui passe,</i> <i>ou qu'on feint passer par le Zénit. Par M. DE MAIRAN.</i>	147

# T A B L E.

<i>Manière de purifier le Plomb &amp; l'Argent, quand ils se trouvent alliés avec l'Étain.</i> Par M. GROSSE.	167
<i>Théorie de la Vis d'Archimède, avec le Calcul de l'effet de cette Machine.</i> Par M. PITOT.	173
<i>Observation de l'Eclipse totale de Lune, faite à Paris le 26 Mars 1736.</i> Par M. CASSINI.	184
<i>Expériences sur les effets de deux Liquides dont les courants se croisent ou se rencontrent sous différents Angles.</i> Par M. DU FAY.	191
<i>Des Précautions que l'on doit prendre pour observer le plus exactement qu'il est possible, les hauteurs des Étoiles.</i> Par M. CASSINI DE THURY.	203
<i>Sur la Base du Sel Marin.</i> Par M. DU HAMEL.	215
<i>De la manière de concilier dans l'hypothèse des Tourbillons les deux Regles de Képler; la première, sur le temps que les Planetes employent à faire leurs révolutions entr'elles, par rapport à leurs distances. La seconde, sur les différents degrés de vitesse avec laquelle chacune de ces Planetes se meut sur son Orbe.</i> Par M. CASSINI.	233
<i>Observations Anatomiques &amp; Pathologiques, au sujet de la Tumeur qu'on nomme ANEURISME.</i> Par M. PETIT.	244
<i>Résolution d'une Question Astronomique, utile à la Navigation. Trouver l'Heure du jour, la hauteur du Pole &amp; l'Azimuth pour la variation de l'Aiguille, en observant deux fois la hauteur du Soleil ou d'un autre Astre, avec le temps écoulé entre les deux Observations.</i> Par M. PITOT.	255
<i>Observation de l'Eclipse totale de Lune, arrivée le 26 Mars au soir 1736, à Paris.</i> Par M. <sup>r</sup> LE MONNIER.	261
<i>Supplément aux deux Mémoires que j'ai donnés en 1735, sur l'Alun &amp; sur les Vitriols.</i> Par M. LÉMERY.	263
<i>Sur la Figure de la Terre.</i> Par M. DE MAUPERTUIS.	302
<i>Observation de l'Eclipse totale de Lune, faite à Thury le 20 Septembre 1736.</i> Par M. CASSINI.	313

# T A B L E.

<i>Observation de l'Eclipsé du Soleil, faite à Thury le 4 Octobre 1736. Par M. CASSINI.</i>	316
<i>Observation de l'Eclipsé totale de Lune, faite à Guingamp en Bretagne, le 20 Septembre 1736. Par M.<sup>rs</sup> MARALDI &amp; CASSINI DE THURY.</i>	317
<i>Observation de l'Eclipsé du Soleil du 4 Octobre 1736, faite dans l'Abbaye de S.<sup>t</sup> Mathieu en Bretagne. Par M.<sup>rs</sup> MARALDI &amp; CASSINI DE THURY.</i>	318
<i>Observation de l'Eclipsé totale de Lune, faite à Paris le 20 Septembre 1736 au matin. Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.</i>	319
<i>Sur les changements qui arrivent aux Arteres coupées ; où l'on fait voir qu'ils contribuent essentiellement à la cessation de l'Hémorragie. Par M. MORAND.</i>	321
<i>Sur la Perpendiculaire à la Méridienne de l'Observatoire à la distance de 6000 toises vers le Nord. Par M. CASSINI DE THURY.</i>	329
<i>Observation du Passage de Mercure sur le Disque du Soleil, faite à l'Observatoire Royal le 11.<sup>me</sup> jour de Novembre de cette année 1736. Par M. MARALDI.</i>	342
<i>Mémoire sur la Rosée. Par M. DU FAY.</i>	352
<i>Méthode pour trouver la Déclinaison des Etoiles. Par M. DE MAUPERTUIS.</i>	375
<i>Sur les E'tincelles produites par le choc de l'Acier contre un Caillou. Par M. DE REAUMUR.</i>	391
<i>Observation du Passage de Mercure sur le Soleil, du 11 Novembre 1736, faite à l'Observatoire Royal de Paris. Par M. CASSINI DE THURY.</i>	404
<i>Quatrième Mémoire sur l'Antimoine. Nouveau Phosphore détonnant fait avec ce Minéral. Par M. GEOFFROY.</i>	414
<i>Observation du Passage de Mercure devant le Soleil, du 11 Novembre 1736, faite à Thury près de Clermont en Beauvoisis. Par M. CASSINI.</i>	435

## T A B L E.

*De la manière de déterminer la Figure de la Terre par la mesure des degrés de Latitude & de Longitude. Par M. BOUGUER.*

443

*Observations du Thermometre, faites à Paris pendant l'année 1736, comparées avec celles qui ont été faites pendant la même année dans différentes parties du Monde. Par M. DE REAUMUR.*

469

*Observations Météorologiques faites à Utrecht pendant l'année 1736, extraites d'une Lettre de M. MUSSCHENBROEK. Par M. DU FAY.*

503

*Observations Météorologiques faites à l'Observatoire Royal pendant l'année 1736. Par M. MARALDI.*

506

HISTOIRE



HISTOIRE  
DE  
L'ACADEMIE ROYALE  
DES SCIENCES.

*Année M. DCCXXXVI.*

PHISIQUE GENERALE.

*SUR LA ROSEE.*

PHISIQUE, dès qu'une chose peut être de deux V. les M.  
façons, elle est ordinairement de celle qui est p. 352.  
la plus contraire aux apparences. Il est possible  
que la Terre tourne autour du Soleil, ou le  
Soleil autour de la Terre, & c'est ce dernier  
qui paroît aux yeux de tout le monde, ce sera donc le premier  
qui fera le vrai. On en fourniroit mille autres exemples, en  
voici un des plus récents. La Rosée peut également tomber

*Hist. 1736.*

A

## 2 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

d'une certaine région de l'Air, ou s'élever de la Terre comme une vapeur, jusqu'à cette région. Tout le monde juge qu'elle tombe, c'est un don du Ciel, il en favorise la Terre, &c. Il n'en est rien; la Rosée s'élève de la Terre, du moins ce qu'on appelle proprement *Rosée*, ces gouttes d'eau imperceptibles chacune à part, mais qui se peuvent aisément ramasser, que l'on trouve le matin jusqu'à une certaine heure sur les Plantes, sur le Linge, &c.

Quelques Membres de l'Académie eurent cette idée dès 1687, peut-être même n'a-t-elle pas été inconnue à des Auteurs plus anciens. Elle sera venue fort naturellement à ceux qui auront seulement observé que les Cloches de Verre qu'on met sur les Plantes, se trouvent le matin toutes humectées en dedans, quoiqu'elles ne puissent avoir eu de communication avec l'air extérieur. M. Gersten, sçavant Allemand, a eu cette pensée, & s'en est fortement persuadé par toutes ses expériences, mais M. Musschenbroeck, célèbre Professeur en Philosophie à Utrecht, & Correspondant de l'Académie, l'a révoquée en doute, & a fait de son côté un grand nombre d'expériences qu'il a communiquées à l'Académie par M. du Fay. Celui-ci frappé de faits singuliers & inattendus qu'on y apprend, n'a pû résister à l'envie de vérifier & de suivre les observations de M. Musschenbroeck, & il s'est mis à travailler sur cette matière, comme toute neuve.

Il a constaté d'abord que la Rosée s'élève de la Terre qui a été échauffée par la chaleur du jour. Ce n'est pas que la Rosée ne s'élève aussi pendant le jour, & plus abondamment selon l'apparence, mais elle est en même temps dissipée, évaporée. M. du Fay ayant posé au milieu d'un Jardin, dans le mois d'Octobre & dans de beaux jours, une grande Echelle double, haute de plus de 32 pieds, y a mis sur des planches, à plusieurs hauteurs différentes, des Carreaux de vitres, de sorte qu'ils ne s'ombrageassent point les uns les autres, & se présentassent à la Rosée avec un avantage égal. Il y en avoit un dès le pied de l'Echelle. Que falloit-il qui arrivât en cas que la Rosée s'élève? Il falloit que le Carreau du pied de

l'Echelle fût humecté le premier, & ne le fût d'abord qu'en dessous, qu'ensuite & un peu plus tard il le fût aussi en dessus, mais moins, & que le Carreau immédiatement supérieur, le fût en dessous presque en même temps, & qu'enfin la Rosée continuât toujours jusqu'au haut de l'Echelle cette marche régulière, & c'est précisément ce qui est arrivé.

Ce n'est pas pourtant qu'on doive toujours s'attendre à cette grande régularité, l'extrême diversité des circonstances ne la permet pas. Par exemple, la Rosée étoit montée successivement &, pour ainsi dire, en bon ordre jusqu'à une certaine hauteur pendant un certain temps; il survient un Vent qui la dissipe à mesure qu'elle s'élève, & il dure jusqu'au temps où elle eût gagné le haut de l'Echelle, elle se trouvera donc en un moment portée depuis l'endroit où elle a été interrompue, jusqu'à l'endroit le plus haut, & sa marche n'aura plus le caractère qu'elle avoit, de se faire de bas en haut. Il en ira de même à proportion d'un froid ou d'un chaud accidentel & subit, la règle sera troublée, mais on verra aisément qu'elle ne sera que troublée, & qu'il en restera un fond bien marqué, qui dominera toujours.

Ainsi quand M. du Fay, en tournant l'expérience d'une autre façon, a voulu voir si des morceaux égaux de drap ou de linge, suspendus à différentes hauteurs, ne se chargeroient pas inégalement de Rosée, ce qu'il devoit aisément reconnoître par leur augmentation de poids, il s'est toujours trouvé, mais en général seulement, & avec quelques variations particulières, que les morceaux les plus élevés étoient les moins chargés de Rosée, & au contraire, marque suffisante & sûre que la Rosée monte.

M. Muschenbroeck ayant fait ses observations sur la terrasse de l'Observatoire d'Utrecht, a vû que des Corps qu'il y exposoit à l'air, se chargeoient de Rosée, & comme cette terrasse est couverte de Plomb, il a conçu que cette Rosée n'étoit pas sortie de ce Plomb, & que par conséquent elle étoit tombée d'en haut. Elle n'étoit pas effectivement sortie du Plomb, mais de la Campagne des environs, d'où elle

#### 4 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

s'étoit répanduë sur la terrasse. Il est naturel & nécessaire que cette vapeur exhalée de la Terre, se porte çà & là au gré de la fluctuation de l'Air. M. du Fay s'en est encore assuré par des expériences faites à Paris sur une pareille terrasse.

Voilà donc le mouvement par lequel la Rosée monte, assés établi, bien entendu qu'elle pourra retomber si, avant que de se dissiper par la chaleur du jour, elle se ramasse en grosses gouttes que l'air ne puisse plus soutenir. Il pourra y avoir aussi des Broüillards épais qui tomberont de l'Air sur la Terre, mais ils ne seront pas ce qu'on appelle communément & proprement *Rosée*.

Non seulement elle monte, mais elle monte toute la nuit d'un cours continu. M. du Fay y ayant exposé pendant une nuit du mois de Juin un morceau de Drap qu'il avoit la curiosité d'aller visiter & peser presque d'heure en heure, le trouva toujours augmenté de poids à chaque *pesée* par rapport à la précédente.

Venons maintenant à des faits beaucoup plus curieux dûs en premier lieu à M. Musschenbroeck. Il a observé, & M. du Fay l'a très-soigneusement vérifié après lui, que plusieurs différents corps exposés à la même Rosée, s'en chargent très-différemment, les uns plus, les autres moins, quelques-uns point du tout. Il semble qu'elle y fasse un choix. Les Verres & les Cristaux sont ceux qu'elle préfère à tous les autres, elle ne touche point aux Métaux. Il nous suffit de fixer ces deux extrêmes, & nous pouvons laisser tout l'entre-deux indéterminé.

Les deux extrêmes sont si bien marqués, qu'un vase de Cristal étant mis sur un plat d'Argent qui le déborde tant qu'on voudra, le vase sera tout humecté de Rosée, & les bords du plat parfaitement secs. La Porcelaine est une espece de Verre; six livres de Mercure ayant été mises par M. du Fay dans un plat de Porcelaine qui avoit des rebords exposés à l'air, il couloit sur ces rebords comme de petits ruisseaux de liqueur, tandis qu'il n'y en avoit pas la moindre apparence sur la surface du Mercure.

Il vient assés naturellement à l'esprit, que la Rosée reçûe par différents corps, s'évapore plus aisément de dessus les uns que de dessus les autres qui la retiendront moins, & que par conséquent on trouvera les uns secs, & les autres humectés ; mais M. du Fay a aisément prouvé que dans ceux qu'on trouve secs il faudroit que l'évaporation se fît avec une promptitude qui n'est pas possible, vû les obstacles ou les retardemens qu'il a eu soin d'y apporter. Il reste donc que la Rosée s'attache à certains corps & non pas à d'autres, à peu-près comme l'eau d'un Etang mouillera violemment un Barbet, & nullement un Cigne ; ce sera un grand liquide, qui augmentant toujours pendant le cours d'une nuit, se répandra dans l'air en tous sens, mouillant ou ne mouillant pas les corps qu'il rencontrera, selon les dispositions de leurs surfaces. Cela même prouve que la Rosée ne tombe pas, mais monte. Si elle tomboit, qui l'empêcheroit d'être reçûe, & de séjourner du moins quelque temps dans un vase creux de métal dont la cavité seroit tournée en enhaut ? La Rosée y seroit nécessairement contenuë, quoique sans le mouiller, & on la trouveroit. Si elle monte, il est évident qu'on ne la trouvera pas dans ce vase, même tourné en embas, & opposé, comme dans l'autre cas, au mouvement qu'on lui suppose.

Mais il est vrai que ce sont-là de petits sistèmes précipités, qui ne sont pas encore trop de saison, si ce n'est peut-être parce qu'on se fait mieux une idée des faits, quand on imagine une cause, quelle qu'elle soit, qui les lie. M. du Fay promet d'approfondir beaucoup davantage toute cette matière. Il entrevoit déjà de loin quelque rapport entre les phénomènes de la Rosée & ceux des Corps Électriques & des Corps qui donnent des Phosphores. Il a découvert que tous les Corps qui peuvent être frottés, deviennent Électriques\* horsmis les Métaux, & que tous les Corps, horsmis encore les Métaux, peuvent devenir Phosphores\*, & voici maintenant que les Métaux ne reçoivent absolument point de Rosée, & apparemment sont les seuls qui la refusent si absolument. Il pourroit y avoir là quelque liaison, la présomption

\* V. l'Hist. de 1733. p. 4. & suiv. & celle de 1734. p. 1. & suiv.

\* V. l'Hist. de 1730. p. 48. & suiv.

6 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
est grande que tout se tient dans la Nature, & plus intimement qu'on ne pense communément, mais il faut que ce soit une grande étude des parties en détail, qui nous élève assés haut pour découvrir de-là ces connexions si étendues.

---

SUR LA POURPRE D'UN COQUILLAGE  
DE PROVENCE.

V. les M.  
p. 49.

CE Coquillage est très-connu, bien décrit, & on sçait si-bien qu'il fournit une liqueur couleur de pourpre, qu'on lui donne le nom de *Pourpre* ou *Purpura*. Mais comme on n'a pas pû en tirer aucun profit pour la Teinture, on a négligé d'examiner cette liqueur, & M. du Hamel, s'étant trouvé en Provence, a fait en qualité de Phisicien, ce qu'un Teinturier auroit jugé fort inutile.

\* p. 11.  
& suiv.

Nous avons parlé en 1711 \* des *Buccinum* de Poitou & de certains Grains découverts par M. de Reaumur, qui donnent une belle couleur de Pourpre, singulière par les circonstances nécessaires pour la faire paroître. Nous supposons tout cela ici. La Pourpre de Provence a des singularités pareilles, & c'est à cet égard que M. du Hamel l'a examinée par un assés grand nombre d'expériences.

Le Suc, qui dans ces Coquillages fait la couleur dont il s'agit, est blanc quand ils sont bien sains & bien conditionnés. A peine est-il exposé au Soleil, qu'il devient successivement, en moins de 5 Minutes, verd-pâle & jaunâtre, verd d'Emeraude, verd plus foncé, bleuâtre, rouge, pourpre vif & très-foncé.

Quand le Suc est verd dans l'Animal, ce que M. du Hamel attribué à une maladie, il devient aussi-tôt d'un beau rouge au Soleil. La Coquille même qui en ce cas-là est quelquefois verte, rougit aussi.

Un Linge frotté de ce Suc, & dont une partie seulement est exposée au Soleil, ne rougit que dans cette partie.

Ce qui ne devient pas Pourpre ou rouge, reste verd.

Un Soleil plus fort rend les changements de couleur plus prompts, & peut-être aussi les couleurs plus vives.

Si sur un linge frotté de ce Suc & exposé au Soleil, on met un petit corps opaque, comme un Ecu, il rougit partout horsmis dans l'endroit couvert par l'Ecu, ce qui semble indiquer que cet endroit n'a pas pris la couleur, faute de quelque transpiration qui n'a pû s'y faire.

Un Verre mis sur ce même linge, ne l'empêche pas de rougir, fût-il épais de trois doigts, & une simple lame de Laiton mince l'en empêche. Il n'y a de différence entre le Laiton & le Verre, par rapport à cette opération, qu'en ce que l'un est opaque & l'autre transparent.

Le linge mis successivement sous trois papiers, dont le 1<sup>er</sup> est noirci avec de l'Encre, le second est dans son état naturel, le 3<sup>me</sup> est huilé, se colore à proportion de leur transparence, & par conséquent beaucoup mieux sous le 3<sup>me</sup>.

La chaleur du feu, celle du fer rouge, ne produisent point de couleur, cependant la vapeur du Soufre brûlant a paru en produire un peu.

Ce qui en différentes tentatives n'a pas pris couleur, prend dès qu'un rayon de Soleil, qui même n'auroit passé que par une fente étroite, vient y frapper.

En Provence, où les expériences ont été faites, le Soleil de Janvier & de Février n'a pas fait ce que faisoit celui de Mars. Il a paru même que dès le mois de Mars le Soleil n'étoit plus nécessaire, & que l'air bien échauffé, même dans des temps couverts, suffisoit. A plus forte raison suffiroit-il dans des mois plus chauds. Ainsi la lumière & la chaleur du Soleil agissent & elles peuvent agir séparément, mais la lumière est toujours assez forte pour agir, & la chaleur a besoin d'être à un certain degré. Il faut de plus qu'elle soit appliquée à des matières subtiles & déliées, car la production d'une nouvelle couleur demande que les particules les plus fines de la surface d'un corps soient mises en mouvement.

Cette Pourpre auroit par sa grande viscosité un grand avantage dans la Teinture, elle a résisté aux plus violents

## 8 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

*debouillis* par lesquels M. du Hamel l'a fait passer. Ce n'est pas que les échantillons, qui en ont été teints, ne se soient beaucoup déchargés, mais il étoit aisé de s'appercevoir que cela n'arrivoit qu'à leur superficie, & que le corps de l'étoffe ou du linge étoit toujours également pénétré de la couleur. Le Suc de la superficie n'étoit pas assés adhérent à celui du fond, & même comme ce Suc pour prendre sa couleur, a passé par le Soleil, il est fort possible que quand il a été fort épais, il ne se soit coloré que dans sa superficie. Pour remédier à cet inconvénient, il faudroit le dissoudre dans quelque liqueur convenable, après quoi il s'étendrait plus uniformément dans le corps qu'on en voudroit teindre; apparemment les Anciens sçavoient dissoudre ainsi leur Pourpre, mais nous ne connoissons ni cette Pourpre, ni son Dissolvant, ni celui qui conviendrait aux nôtres.

\* V. l'Hist.  
de 1734.  
p. 18. &  
suiv.

Cette année parut un second Tome des *Mémoires pour servir à l'Histoire des Insectes*, dont M. de Reaumur avoit déjà donné le premier Tome en 1734 \*. Ce n'est encore ici qu'une Suite ou un Supplément de l'Histoire des Chenilles, qui avoit tenu tout le premier Volume. M. de Reaumur peut espérer de l'équité des Lecteurs que ce premier Volume aura fait d'avance l'apologie de la longueur des deux ensemble sur un sujet aussi petit en apparence que les Chenilles. On aura beaucoup rabbattu de ce mépris injuste & très-peu philosophique, que l'on a ordinairement pour les Insectes; on aura vû que dans leur vie presque entièrement obscure & inconnüe, il se passe une infinité de merveilles qui seront perduës pour nous, à moins qu'on ne les observe & avec exactitude, & avec assiduité, & avec sagacité; que l'art de faire ces observations est assés curieux par lui-même, & assés agréable pour devoir être exposé dans une juste étendue, que d'ailleurs il étoit nécessaire d'en instruire ceux qui voudroient ou suivre les mêmes vûës, ou y adjoûter, qu'enfin il falloit parler non seulement aux Lecteurs ordinaires qui ne cherchent qu'à s'amuser sur la superficie des choses, mais autant pour



pour le moins aux Phisiciens, qui veulent approfondir, & qu'on étoit encore trop heureux qu'il se trouvât naturellement tant d'agrément mêlé à la sécheresse des matières qu'il avoit été indispensable de traiter.

Ce second Volume, en y comprenant même la Préface, ne seroit, comme nous venons de le dire, qu'une Suite ou un Supplément du premier, si ce n'étoit un assez long morceau de la Préface employé à prouver que les Insectes ne viennent point de corruption, mais uniquement par la voye de génération, aussi-bien que tous les autres Animaux. Naturellement il falloit commencer par-là l'Histoire générale, & ce morceau est mal placé, mais M. de Reaumur avoit supposé, avec raison, ce point de Phisique comme absolument décidé chés tous ceux qui ont quelque teinture d'Histoire naturelle, & il n'a pas eu la présomption de croire son Livre si parfait, que cette supposition en fût l'endroit foible, & que la passion de critiquer ne pût se soulager qu'en l'attaquant par-là. Il est donc revenu sur ses pas, pour prouver ce qui est évident, & ce qu'on peut dire que personne ne conteste, mais nous n'entrerons pas après lui dans cette discussion; s'il a eu plus d'égard à son intérêt personnel qu'à l'honneur d'un Siècle aussi éclairé que le nôtre, nous nous dispenserons de l'imiter.

Nous suivrons pour ce 2<sup>d</sup> Tome l'ordre que nous avons pris pour le 1<sup>er</sup>, celui des trois états successifs des Chenilles, indiqué & prescrit en quelque sorte par la Nature.

Depuis l'impression du 1<sup>er</sup> Tome, M. de Reaumur a découvert des Chenilles, ou plus rares, ou que le hazard ne lui avoit pas présentées. Il paroît que le nombre des différentes Espèces sera encore plus grand qu'on ne pensoit. Entre ces nouvelles Chenilles, voici les plus singulières.

Une que M. de Reaumur appelle le *Sphinx*, parce que quand elle ne mange point, plus d'un tiers de son corps, du côté de la tête, se redresse perpendiculairement sur la feuille sur laquelle il étoit auparavant couché, & se tient fort long-temps dans cette situation avec un certain air de fierté que lui donne cette tête haute. Des espèces de Bandelettes.

qu'on lui voit autour du corps, peuvent encore contribuer au nom de Sphinx.

Cette Chenille a une Corne sur le derrière. On n'en connoît point l'usage, mais seulement l'embaras, car elle est creusée, & renferme, comme feroit un Etui, la nouvelle Corne qui doit lui succéder à chaque fois que l'Insecte change de peau, c'est de quoi M. de Reaumur s'est bien assuré en coupant la Corne dans le temps que la Chenille muoit, & trouvant ensuite la nouvelle Corne coupée aussi. Emboîtée comme elle est naturellement dans l'ancienne, elle n'est donc qu'un obstacle au dépouillement de l'Animal, & en effet M. de Reaumur a été témoin des grands efforts qu'il est obligé de faire quand il en est venu là. On pourra comparer à ce cas celui du dépouillement des Poiss, dont il a été parlé en 1734.

Une autre Chenille est remarquable par son derrière, qui porte deux tuyaux assés longs, immobiles, dirigés à peu-près selon la longueur du corps, & creux, puisqu'il en sort, quand l'Animal le veut, une espece de queue longue, flexible, qui se tourne également de tous côtés, & qui paroît devoir servir à l'Animal pour ôter de dessus son corps tout ce qui l'incommoderoit. M. de Reaumur n'a vû cet instrument sortir que d'un seul des deux tuyaux à la fois, mais l'égalité parfaite des deux tuyaux, & une certaine simétrie, demandent que ce soit la même chose des deux côtés. On verra bien-tôt que cet instrument peut être d'une grande utilité aux Chenilles qui ont le bonheur d'en être armées.

Il y a encore une Chenille qui, aussi-bien que le Sphinx, a reçu un nom par rapport à ses attitudes, ç'a été celui de *Zic-zac*, qui lui convient par toutes les inflexions bizarres & différentes que son corps prend à son gré.

Outre les industries communes à toutes les especes de Chenilles, & faciles à appercevoir, il y en a de particulières à quelques especes, & qui sont plus mystérieuses. Certaines Chenilles filent en marchant, & marquent toute la trace du chemin qu'elles font, par un fil de soye qui sort en même

temps du Réservoir & de la Filière qu'elles ont dans le corps. Cette dépense en soye paroît jusqu'ici fort superflue, mais on en voit l'utilité si la Chenille vient par quelque accident à tomber de l'endroit où elle marchoit, elle ne tombe que suspendue à ce fil qu'elle a devidé, & qui se trouve toujours assés fort pour soutenir le poids de son corps sans se rompre; de plus elle arrête sa chute, si elle veut, elle est maîtresse de cesser de filer, & si elle ne cesse pas, elle rend sa chute plus lente & beaucoup plus douce.

Mais il y a encore beaucoup plus, elle peut par le moyen de ce fil remonter jusqu'au lieu d'où elle est tombée, & cette manœuvre est assés fine. Où la Chenille, suspendue en l'air par la tête à l'extrémité du fil, prendra-t-elle un point fixe sur lequel elle puisse se remonter? Elle porte la tête en embas, & alors deux de ses jambes se trouvent aussi haut qu'étoit la tête auparavant, avec des jambes elle saisit le fil à un point plus élevé que son extrémité, & c'est-là le point fixe sur lequel elle se remonte en redressant la tête, & auquel elle arrive. Voilà le premier pas, dont tous les autres ne sont qu'une répétition. Cela s'exécute avec tant de vitesse, & si fort en petit, que les yeux voyent plutôt ce qui est fait que ce qui se fait. Quand la Chenille est entièrement remontée, on lui trouve les jambes embarrassées de tout ce fil, qu'elle a entraîné avec elle, mais elle sait s'en défaire bien vite, & elle paroît assés riche en soye pour n'en devoir pas être avare.

Un artifice plus curieux & plus caché est celui par lequel des Chenilles, avant que de se transformer en Crisalides, se font des logements dans des feuilles d'Arbres dont elles ont roulé elles-mêmes une grande partie à plusieurs tours posés l'un sur l'autre, de sorte qu'elles sont là dans une espèce de Cornet cylindrique & proportionné à leur grosseur, bien défendues contre les injures de l'air, & bien tranquilles. Des mains adroites n'auroient pas mieux roulé ces Cornets, qui ont quelquefois jusqu'à six tours, & les Chenilles n'ont point de mains, ni rien qui en puisse faire les fonctions.

Quand une Chenille veut rouler une feuille sur laquelle elle est posée, & je suppose qu'elle le soit sur la surface supérieure, c'est-à-dire, sur celle qui regarde le Ciel, elle se poste à une telle distance du bord de la feuille qu'elle le puisse attraper avec sa tête sans changer de place, & ensuite sans en changer encore elle portera sa tête sur un endroit de la surface de la feuille diamétralement opposé à celui du bord. Dans ces deux mouvements elle file, elle va attacher un fil de soye au bord de la feuille, & puis sur un certain point de sa surface. Ce fil est plus court que la distance de ce point de la surface de la feuille à celui du bord, & par conséquent il amène le point du bord vers celui de la surface, il oblige une certaine portion de la feuille à se courber de dehors en dedans, ou de dessous en dessus, & ce seul fil amèneroit le bord à toucher la surface s'il étoit assés fort & assés court, mais il n'est ni l'un ni l'autre, & de plus il est facile de se représenter que quand une extrémité pointuë d'une feuille, ou toujourn du moins peu large, viendroit en se courbant, toucher la surface de la feuille, il ne se formeroit qu'une concavité où une grande partie du corps de la Chenille demeureroit à découvert ; ce n'est donc pas encore-là tout ce qu'il faut.

La Chenille fortifie son premier fil par un très-grand nombre d'autres tirés dans le même sens, & qui ne font que le même effet. Le bord de la feuille ne vient pas toucher la surface, il en reste éloigné plus ou moins. Il n'y a qu'un tour ou même un demi-tour de fait, & ce n'est pas assés, la Chenille n'y logeroit pas. Elle commence une seconde manoeuvre, elle se place de manière à pouvoir attacher par un bout des fils sur le dos de la feuille, à une certaine distance du bord, & par l'autre bout, sur la surface de la feuille, à une moindre distance du milieu que les premiers fils. La feuille est donc obligée à se courber plus qu'elle ne faisoit, & le logement que l'Insecte se prépare, & qui est son grand objet, en sera mieux couvert, mais ordinairement il ne le seroit pas encore assés par ce second tour, & d'autres executés

successivement de la même manière, acheveront ce petit édifice si ingénieux.

Il l'est même plus qu'il ne paroît jusqu'à présent. Les fils qui à chaque tour tiennent la feuille courbée, ont à vaincre son ressort qui tend sans cesse à la redresser, & il est étonnant que fins & déliés comme ils sont, ils le puissent vaincre en quelque nombre qu'ils soient. Aussi la Chenille a-t-elle le secret d'ajouter une nouvelle force à la leur. Elle file pour un tour du Rouleau des fils tous paralleles entre eux, qui font un certain plan, & sur ce plan elle en file un second qui le croise sous un angle quelconque; elle va se poser sur ce second plan à leur intersection commune, & elle y pèse de toute sa force comme si elle vouloit enfoncer ce plan, moyennant quoi il se courbe lui-même en dedans, rapproche un peu davantage les deux parties de la feuille auxquelles il tient, & en surmonte plus aisément le ressort, qui peut même être détruit en plusieurs endroits par la grandeur de la courbure. Si ce second plan ainsi pressé, fait bien son effet, il est clair que le premier n'en a plus, il devient trop lâche pour exercer l'action de tirer par ses deux bouts contre un ressort qui lui résiste.

Il en va de même de tous les tours comparés les uns aux autres. Quand les fils du second tour sont faits, ceux du premier deviennent inutiles, & ainsi de suite, mais la Chenille est en état de ne pas épargner la soye.

Son Rouleau ou Cornet ne la met pas seulement à couvert, il la nourrit. Elle mange les murs de son logement, mais avec prudence, elle n'attaque que les derniers tours devenus inutiles, & le dernier qui fait proprement le toit ou la couverture du bâtiment, est conservé en entier; les autres ont fourni à la subsistance, & elle est d'autant plus abondante qu'il y a plus de tours. Qui sçait si les Chenilles ne multiplient pas les tours selon le besoin qu'elles prévoient? Il y en a de petites qui ne pouvant ronger que la substance la plus tendre, ou le parenchyme de la feuille, épargnent les côtes & les nervûres.

#### 14 HISTOIRE DE L'ACADÉMIE ROYALE

Après cela on ne sera pas étonné qu'il y ait d'autres Chenilles qui sçachent plier simplement des feuilles dans la même intention, d'autres qui en lient plusieurs en un petit paquet, quand elles les y trouvent déjà disposées par leur position naturelle. M. de Reaumur les distingue toutes à cet égard par les noms de *rouleuses*, de *plieuses*, de *lieuses*. Le talent de rouler est fort supérieur, celles qui le possèdent ne se contentent jamais de plier, & celles qui plient en sont privées, puisqu'elles ne roulent jamais.

Les différentes especes ont différentes inclinations, non seulement dans ce qui appartient au Physique, à leur nourriture, à leurs ouvrages, &c. mais encore dans ce qui regarde, pour ainsi dire, le Moral. Elles naissent toutes d'Œufs de Papillon, & dans quelque especes que ce soit un même Papillon en a déposé un fort grand nombre dans un même endroit. Ils éclosent tous dans le même temps à très-peu près, & il seroit naturel que les Chenilles qui en sortent, de quelque especes qu'elles fussent, ou demeurassent toutes ensemble, déterminées par le voisinage, ou se dispersassent toutes par quelque raison commune. Il est bien vrai qu'il y en a qui se tiennent ensemble, & pendant toute leur vie de Chenille, & même pendant celle de Crisalide, & qui ne se séparent que quand elles sont Papillons. Il est vrai aussi qu'il y en a qui se séparent dès qu'elles sont nées, & ne se rejoignent plus, mais il y en a qui après avoir vécu quelque temps ensemble depuis leur naissance dans l'état de Chenilles, se séparent pour jamais avant que de sortir de cet état. Ne semble-t-il pas que l'esprit de société soit distribué dans ces différentes especes de Chenilles selon toutes les combinaisons qu'il est capable de recevoir?

Celles qui ne l'ont que pour un temps, & c'est l'especes la plus commune en ce pays-ci, commencent, dès qu'elles sont nées, par s'emparer d'une feuille, & par se ranger sur sa surface supérieure, de manière qu'elles soient parallèlement à côté les unes des autres sans laisser d'intervalles, & que toutes leurs têtes soient à peu-près sur la même ligne droite. C'est-là

un rang qui s'étend d'un bord de la feuille à l'autre. Toutes les têtes sont en action, elles rongent, & ne rongent que ce que la feuille a de plus délicat, & non seulement leur goût les y porte, mais la foiblesse de leurs dents ne leur permettroit pas de rien faire de plus. Après ce premier rang il y en a un second tout pareil dont chaque tête touche le derrière d'une Chenille du rang précédent. Quand toute la partie, toute la petite bande de la feuille, qui s'est trouvée sous les têtes du premier rang, a été mangée, toutes ces têtes ou toutes les Chenilles de ce rang, avancent en même temps d'un pas, & laissent à découvert l'espace qui portoit leur derrière, & où par conséquent elles n'ont point touché. On voit bien que les têtes du second rang vont s'en saisir, & après cela tout le reste est fort aisé à imaginer. On voit une espèce de Bataillon quarré, une Phalange Macédonienne, qui ravage le dessus d'une feuille avec la plus exacte discipline militaire.

Ce n'est-là que l'enfance de ces Chenilles. Quand elles sont devenues plus fortes, & qu'il leur faut plus de subsistance, elles se font toutes ensemble, car elles ne veulent pas encore se quitter, une assés grande habitation commune, qu'on appelle improprement leur *Nid*. On devinera sans peine que ce seront plusieurs feuilles de l'Arbre, voisines naturellement les unes des autres, qu'elles rapprocheront encore, s'il le faut, avec des fils de soye, & qu'elles couvriront toutes d'une toile de même matière qui fera l'enceinte générale.

Cette enceinte n'est effectivement que générale & extérieure. Tout le dedans du Nid est partagé par de semblables toiles en un grand nombre de logements particuliers, soit que chaque Chenille s'en soit fait un, soit que plusieurs aient travaillé de concert au même, mais toujours il n'y en a aucun où les Architectes n'aient réservé dans la cloison un vuide, une porte qui communique au logement voisin. Tout cela n'a d'ailleurs nulle forme régulière, ni constante, nulle symétrie, c'est un Labyrinthe, mais qui assurément n'embarasse pas ses habitants. Quand il est devenu trop étroit pour

eux, parce qu'ils ont crû, ils n'en changent pas, mais ils l'étendent.

C'est-là que plusieurs centaines de Chenilles vivent sous la plus parfaite forme de République, & jouissent du secret & de la paix qui leur sont nécessaires pour changer de peau toutes les fois qu'elles y sont obligées. Il n'y a que leur dernière muë qu'elles ne font pas là. Quand le temps en approche, c'est le signal de leur séparation, la société est dissoute, & chacune va de son côté muer ailleurs pour la dernière fois, & puis se transformer en Crisalide.

D'autres especes ne se séparent pas même pour ces deux dernières opérations, & par conséquent elles passent ensemble toute leur vie de Chenille jusqu'à celle de Crisalide inclusivement. Elles sont si soigneuses de ne se point quitter, même dans cet état où elles n'ont presque pas de vie, que toutes leurs coques de Crisalides sont rassemblées en un même lieu, se touchent les unes les autres, & se tiennent comme collées.

Rien ne produit plus d'union entre des Sujets qu'un grand esprit d'obéissance à un Chef commun. Toutes les fois que ces Chenilles-là passent d'un lieu dans un autre, & l'on juge bien qu'elles ne vont qu'ensemble, il y a un Chef qui marche à la tête, & dont tous les mouvements reglent dans la dernière exactitude ceux de toute la Troupe. S'il tourne à droite, à gauche, tout y tourne dans l'instant; s'il s'arrête, tout s'arrête, & cette Troupe ne marche pas en confusion; la Chenille qui est le Chef, est suivie, sans aucun intervalle, par deux autres dont les corps ont la même direction que le sien, & qui par conséquent sont paralleles entre elles, & de plus se touchent. Après ce second rang vient un troisième formé d'un plus grand nombre de Chenilles, mais posées précisément de même, & toujours ainsi de suite. Il paroît dans les différentes marches ou *processions* de ces Chenilles, car M. de Reaumur les appelle *processionnaires*, que ce n'est pas toujours la même qui est à la tête, mais que c'est quelque hazard qui en décide.

M. de Reaumur a fait dans ce Volume de nouvelles  
remarques



remarques sur les Crisfalides. Immobiles sous cette forme, & sans aucune action, elles ne font qu'attendre du temps qu'il les dispose à la forme qui doit suivre, à celle de Papillon, & il ne peut les y disposer que parce que leurs parties, auparavant très-molles, s'affermissent, & acquièrent la consistance qui leur sera nécessaire. Cela est si vrai, que M. de Reaumur ayant enfermé des Crisfalides dans des Tubes, il a trouvé dans le fond, au bout d'un certain temps, une petite quantité sensible de liqueur aqueuse, dont sans doute les Crisfalides s'étoient défaites ou purgées par la voye de la transpiration.

Il est bien certain que cette transpiration dépend de la différente température de l'air, qu'elle est ou augmentée par le chaud, ou diminuée par le froid, mais elle dépend aussi de la différente constitution de chaque espece de Chenille ou de Crisfalide. Par ces deux principes différemment combinés, la durée de la vie de différentes Crisfalides sous cette forme doit être fort inégale. Les deux extrémités sont que les unes ne vivent Crisfalides que huit jours, ou deviennent Papillons au bout de ce temps-là, & que les autres ne le deviennent qu'au bout de huit mois, & par conséquent vivent Crisfalides pendant un de nos Hivers entier, & davantage.

On concevra aisément par-là qu'il peut y avoir en une seule année deux générations de Chenilles d'une même espece. Que des Œufs pondus par un Papillon à la fin de l'Autonne, aient passé l'Hiver, & éclosent au commencement du Printemps, que ces Chenilles parvenues à l'état de Crisfalides, y durent peu, parce qu'elles seront favorisées par la chaleur fortuite de la saison, ces Papillons pondront leurs Œufs assés tôt pour leur faire trouver un reste de chaleur d'Été capable d'en tirer une seconde génération de Chenilles pour l'Autonne. Il faut que les circonstances se soient ajustées assés heureusement. On juge bien que cet *heureusement* n'est que pour les Chenilles.

Les expériences ont bien assuré M. de Reaumur que le chaud hâtoit & que le froid retardoit la métamorphose de la Crisfalide en Papillon. Des Serres chaudes & des Serres froides,

c'est-à-dire, des Glacières, lui ont donné un moyen facile de comparer ce qui se passoit à cet égard dans les unes & dans les autres, & à l'air libre.

Puisque c'est la transpiration augmentée ou diminuée, hâtée ou retardée, qui décide du temps que la Crisalide demeure Crisalide, il étoit curieux de voir si elle demeureroit Crisalide tant qu'on voudroit, supposé qu'on arrêtât la transpiration. Il ne s'agissoit que d'en trouver l'expédient, & M. de Reaumur imagina d'enduire la Crisalide d'un Vernis qu'il décrit, impénétrable à l'air. Il y avoit bien de l'apparence que la métamorphose seroit retardée, mais peut-être le seroit-elle trop, peut-être ne se seroit-elle plus, ou ne seroit-elle que mal conditionnée. Tout arriva à souhait, des Papillons sont sortis deux mois plus tard qu'ils n'eussent fait, & parfaitement tels qu'ils devoient être. On ne sçait point encore jusqu'où cela peut aller.

Voilà donc certainement la vie de la Crisalide, & par conséquent celle de tout l'Animal, prolongée, mais par malheur ce n'est ni l'une ni l'autre des deux portions de sa vie où il agit, ce n'en est que la portion qui est presque une mort. Vivrions-nous plus long-temps, à proprement parler, si le temps de notre vie agissante demeurant le même, celui de notre sommeil étoit allongé? C'est une question, si l'on veut.

Mais de cette découverte sur les Crisalides, il en a résulté quelque chose qui peut être beaucoup plus utile, M. de Reaumur a fait réflexion que les Œufs de Poule, dont nous faisons tant d'usage, sont des especes de Crisalides selon la Physique moderne, lorsqu'ils ont été fécondés par le Coq. Leur Germe contient un petit Animal déjà tout formé, déjà vivant, qui n'attend que la chaleur pour se développer, & qui se développera plus tôt ou plus tard, selon les circonstances. Les Œufs, malgré la dureté de leur coque, transpirent; quand ils ont été gardés, on voit à l'un de leurs bouts un vuide qui s'est formé entre la coque & une membrane intérieure, c'est même là une des marques qui font reconnoître

qu'ils ont été gardés, & ne sont pas frais, ce vuide est causé par la matière qui s'est échappée, & il en mesure la quantité. De plus, de grands Observateurs ont découvert dans l'Œuf des canaux qui percent la coque, & par où il communique avec l'air extérieur. M. de Reaumur se crut donc bien fondé à regarder les Œufs comme des Crisalides, & pour les empêcher de transpirer & les conserver long-temps sans altération, il leur appliqua le même Vernis qui lui avoit si bien réussi pour les Crisalides. L'invention étoit plus heureuse qu'il n'auroit peut-être osé l'espérer. Des Œufs de plus de deux ans se trouverent aussi frais que des Œufs de la journée, tout au plus une personne avertie y auroit-elle pû sentir quelque différence.

Ce seroit sans doute une grande commodité de pouvoir ainsi embaumer en quelque sorte des Œufs, d'en avoir toujours de frais, & en aussi grande quantité, dans les saisons où les Poules ne pondent point, ou pondent peu, de n'en point manquer dans les plus longues Navigations, &c. L'Inventeur a amené l'opération à un point où elle seroit très-facile & très-expéditive, & ce qui est encore fort important, augmenteroit si peu le prix des Œufs, que ce n'est presque pas la peine d'en parler. Il n'y a donc plus rien à désirer pour le succès de cette nouveauté, si ce n'est qu'une certaine fortune inconnue & bisarre, qui préside à tout, la favorise. En ce cas une pratique utile & populaire tirera son origine des spéculations, inutiles & oisives en apparence, d'un Phisicien sur les Chenilles.

Cela iroit encore plus loin, s'il étoit permis d'en conclurre que les Hommes pourroient aussi se conserver plus long-temps, en s'enduisant de quelques especes de Vernis qui leur convinssent, comme faisoient autrefois les Athletes, comme font aujourd'hui les Sauvages, quoique peut-être dans d'autres intentions. Mais il n'est pas nécessaire, quant à présent, de suivre cette matière jusqu'où elle pourroit aller. Il nous suffira de faire voir en général qu'il faut que les Philosophes aillent fureter dans tous les coins & recoins de la Nature, & qu'ils

ne savent pas où il y a des trefors cachés qui les attendent.

Il reste une question qui appartient de plus près à ce sujet. Le Poulet éclosra-t-il d'un Œuf si long-temps conservé frais par le Vernis ? Divers accidents qui ont traversé les expériences de M. de Reaumur, ont rendu d'abord ce point douteux, mais enfin il est venu un Poulet, monstrueux à la vérité, ayant quatre Jambes, mais il n'est pas besoin de prouver que ce n'étoit pas le Vernis qui les lui avoit faites.

La troisième vie de nos Insectes est presque toujours fort courte, & presque toujours uniquement destinée à la génération, dont il n'a pas été question jusque-là. Il y a des especes de Papillons qui ne vivent que quelques jours, d'autres une semaine ou deux tout au plus ; quelquefois, mais rarement, on en voit qui ont passé l'hiver, sans doute dans des retraites bien cachées ; on les reconnoît pour être d'une si longue vie à ce qu'ils paroissent dès le commencement du Printemps, qui n'est pas leur saison.

Ce n'est que dans les Papillons qu'il se trouve deux Sexes, les Chenilles n'en avoient point, les Crisalides n'en pouvoient rien faire. Dès qu'un Papillon est né, dès qu'il a bien séché, bien affermi ses Aîles, il commence, s'il est mâle, à voler d'un vol incertain, bisarre, irrégulier, mais vif, pour rencontrer un Papillon femelle, qu'il sçait ne pouvoir trouver que par hasard. La femelle au contraire se tient assés volontiers dans l'endroit même où elle est née, & par une espece de bienséance elle y attend tranquillement que le hasard lui amene un Mâle. Il est vrai aussi qu'elle n'est pas si propre au mouvement que lui ; elle est beaucoup plus grosse & plus pesante, pleine d'Œufs d'un bout de son corps à l'autre, comme si elle n'étoit qu'un Sac fait pour les porter. Il seroit embarrassant de dire à quoi lui servent ses Aîles. L'accouplement se fait presque dans le même instant que la rencontre du Mâle & de la Femelle, si celle-ci se trouve dans une situation convenable, & si elle ne fait pas quelque peu d'honnête résistance.

Les especes de Papillons, qui n'ont pas de Trompe,

certainement ne mangent point, ils peuvent d'ailleurs avoir été Crisfalides pendant un Hiver, & quelque partie de l'Été, & comment après un si long jeûne peuvent-ils jeûner encore dans l'état de Papillon où ils ont tant de fonctions & si vives à exercer, car il n'en faut pas excepter les Femelles mêmes qui n'ont qu'à pondre? N'est-ce rien que les efforts nécessaires pour pousser hors d'elles 2 ou 300 Œufs, qui leur coûteront même encore un travail que nous verrons dans la suite? Comment dans la vie de Chenille l'Animal a-t-il pu prendre une provision d'aliments suffisante pour deux autres vies dont la durée devoit être si longue par rapport à la première? Il n'en faut peut-être pas encore chercher l'explication par les premiers principes de la Physique, mais seulement remarquer ces sortes de faits qui pourront un jour servir de principes pour en expliquer d'autres.

Dans toutes les especes de Papillons, le Mâle dans l'accouplement fait sortir du dernier anneau de son corps une partie qui entre dans le derrière de la Femelle. Hors de-là on force cette partie virile & tout ce qui l'accompagne à se montrer aux yeux, lorsqu'on presse un peu adroitement le derrière du Mâle avec les doigts.

Ce derrière est extrêmement flexible, & se peut recourber de tous les sens, en enhaut, en embas, à droite, à gauche. De-là viennent les différentes attitudes des accouplements des différentes especes de Papillons. Dans les uns, le Mâle est posé parallèlement contre le corps de la Femelle, parce qu'il en a saisi le derrière avec le sien, qu'il a recourbé à droite ou à gauche. Alors les ailes des deux Papillons étendues horizontalement font un voile qui cache leur opération. Dans d'autres accouplements, le Mâle se pose sur la Femelle, & recourbe son derrière en embas; il arrive quelquefois que des accidents, qui devroient les séparer, ne les séparent pourtant pas, la Femelle s'envole chargée de son Mâle, qui apparemment n'a pas été interrompu, & c'est peut-être là le principal usage qu'elle fasse de ses ailes. Il ne semble pas que la combinaison du derrière recourbé en enhaut doive se

trouver ici, elle ne s'y trouve pas en effet pour l'accouplement, mais seulement dans le cas où un Mâle va cherchant par l'air une Femelle, déjà tout prêt à en faire son devoir quand il l'aura trouvée. Il reste enfin pour la perfection des combinaisons, que dans quelques accouplements ce recourbement soit nul, & c'est aussi ce qui arrive quand les deux Papillons, se tenant par le derrière, ont leurs corps posés sur la même ligne droite, & que leurs têtes sont tournées vers des côtés opposés. Il n'y a point encore de recourbement, à proprement parler, quand les deux Papillons accrochés des deux côtés d'une même petite branche d'arbre, & paroissant se regarder l'un l'autre en face, se tiennent par le derrière vers le bas de la branche.

L'accouplement de plusieurs especes de Papillons se passe fort tranquillement & dans un grand repos, mais non pas celui des Papillons venus de Vers à soye. Le Mâle élève & abaisse ses aîles, en un mot les agite avec beaucoup de vitesse. M. Malpighi a eu la patience, ou s'est donné le plaisir de compter ces agitations qui se succèdent rapidement, & il en a vû jusqu'à 130. Après cela le Papillon tombe dans une langueur qui peut durer un quart d'heure, & quelquefois se sépare de sa Femelle. Au bout de ce temps il la reprend s'il l'avoit quittée, mais toujours il recommence ses battements d'aîles, en moindre nombre à la vérité, il n'en fait plus que 36 de suite. Il y a encore des reprises, mais dont les intervalles sont toujours plus longs, & les agitations moins nombreuses.

Les Œufs de la Femelle n'avoient plus aucun accroissement à prendre dans son corps, aucun degré de maturité à acquérir, il ne leur manquoit que d'être fécondés par la liqueur séminale du Mâle, & dès qu'ils l'ont été, ils sont prêts à sortir; seulement la Mere prend pour les pondre le temps que leur grand nombre demande, & celui que demandent aussi ses soins pour une famille qu'elle va pourtant quitter, car tout cela fait, sa destinée est remplie, elle meurt.

Elle ne dépose pas ses Œufs au hasard sur la Plante où elle

se trouve au temps de l'accouplement, si elle n'est pas sur celle ou sur quelqu'une de celles qu'elle aimoit étant Chenille. Elle la va chercher, afin que quand les petits éclore, ils trouvent dès le moment de leur naissance des aliments convenables tout prêts.

Elle ne les disperse pas çà & là & sans ordre. Elle les arrange avec symétrie, & les colle les uns aux autres, non par leur glutinosité naturelle, mais par une autre substance qui leur est étrangère, & qu'elle tire de ses entrailles pour cet effet.

Elle fait encore plus. Quand elle a, comme il arrive à quelques especes, un gros bourlet de poil au derrière, elle s'arrache tous ces poils un à un pour en faire un Nid, plus véritablement *nid* que ceux dont nous avons parlé, & là les Œufs reposent mollement, tranquillement & sûrement jusqu'à ce qu'ils viennent à éclore. On demandera avec quelle main elle s'arrache les poils du derrière; c'est avec le derrière même qui se recourbe comme faisoit celui du Mâle dans un autre dessein, & qui n'a pas moins de flexibilité ni d'adresse.

Les Œufs sont d'autant de grandeurs & de figures différentes qu'il y a d'especes de Papillons. Depuis la Sphere & le Segment de Sphere plus ou moins grand, jusqu'au Cone plus ou moins parfait, on voit des Œufs de toutes les figures. Mais ce n'est pas tout, leurs surfaces sont différemment ouvragées, & toujours avec art, cannelées, dentellées, à côtes, &c. enfin à peine notre esprit de Modes, si fécond & si inventif, s'y prendroit-il mieux dans le dessein de varier agréablement, & tout cela n'est cependant que pour la Loupe, & non pour les yeux.

M. de Reaumur a observé des especes de Papillons singulières, dont nous rapporterons ici les plus remarquables.

Un Papillon qu'il appelle *paquet de feuilles séchées*, parce qu'effectivement, lorsqu'il est immobile, il en a tout-à-fait l'air, & par la position de ses ailes, & par leur couleur, & par les grosses nervûres qui y paroissent, & par leur dentelure.

Cette fausse apparence peut quelquefois le sauver de ses ennemis.

\* p. 32. Le Papillon à *tête de mort*, dont nous avons déjà parlé en 1734\*, il a encore quelque chose d'aussi effrayant que sa tête, c'est un cri qui est lugubre & funeste, peut-être parce qu'on est déjà effrayé, & comme ce Papillon est le seul qui ait un cri, il en cause d'autant plus de terreur. M. de Reaumur n'ayant pas voulu croire légèrement que cet Insecte fût doué de l'avantage de la voix, tandis que tous ses pareils en sont privés, & soupçonnant fort que la sienne, ainsi que celle des Cigales, pouvoit n'être que l'effet du frottement de quelques-unes de ses parties, a découvert, mais avec assés de peine, que c'étoit la Trompe qui frottoit contre deux Cloisons barbuës, entre lesquelles elle est placée. On n'en sçaura pas bon gré à M. de Reaumur, si l'on croit qu'il est à propos que ces Papillons annoncent aux peuples la colere de Dieu.

Un Papillon si petit, qu'on pourroit ne le prendre que pour une très-petite Mouche. Il est apparemment à cet égard l'Espece extrême de tout le Genre. Il n'a pû être aussi que très-petit & dans l'état de Chenille & dans celui de Crisalide. Il se tient sur la feuille de l'Eclair, & en dessous, & y demeure pendant ses trois vies. Chenille, il ne l'endommage point, quoiqu'il s'en nourrisse. Il n'en tire qu'une substance si fine & en si petite quantité, que la perte en est bien-tôt réparée, ou ne cause pas une altération sensible à la feuille. Cet Insecte vit peu, & a bien-tôt expédié ses trois états, de sorte qu'il y en auroit en une seule année peut-être dix générations. Nous n'avions vû encore dans les especes ordinaires de Chenilles que la possibilité de deux générations en une année.

Ces deux générations suffisent pour causer une multiplication prodigieuse de ces Insectes. Qu'il y ait au Printemps de cette année 20 de ces Chenilles dans un Jardin, ce nombre est si petit par rapport au grand espace qui les contient, qu'on n'en verra peut-être aucune, & qu'on sera bien fondé à croire que réellement il n'y en a point; que

ces



ces 20 Chenilles deviennent 20 Papillons, dont 10 soient mâles & 10 femelles, que chaque femelle ponde 400 Œufs, comme font celles des Vers à foye, que toutes les Chenilles, qui en éclorront, deviennent Papillons dans la même année, & y pondent des Œufs qui passeront l'Hiver, il y aura l'année suivante 800 mille Chenilles dans le même Jardin où il n'en paroïssoit pas une l'année précédente. Certainement il sera bien ravagé, & nulle industrie humaine ne le pourra défendre. L'idée d'une pareille année qui suivroit immédiatement celle-là, & où ce calcul de M. de Reaumur auroit encore lieu, fait trembler; mais une certaine Balance, que l'Intelligence souveraine a établie par-tout, rend les cas extrêmes extrêmement rares. Paris & plusieurs Pays de la France furent en 1735 infestés de Chenilles, dont la multitude surprit par sa nouveauté, & que nous pouvons être sûrs de ne pas revoir si-tôt.

Outre le dégât que font les Chenilles en rongéant les feuilles des Arbres, ce qui, comme l'on sçait, les endommage beaucoup, & fait périr leurs fruits, ou les empêche de venir à maturité, sans compter que souvent elles mangent les fruits mêmes, on croit encore communément que ces Insectes sont venimeux, mais M. de Reaumur panche fort à les justifier de cette accusation. Il est vrai qu'en 1735 on eut beaucoup de peur à Paris de toutes les Herbes qui s'apportoient au Marché, que la Police fut obligée de veiller à ce qu'elles ne fussent pas pleines de Chenilles, qu'il falloit être hardi pour manger de la Salade; mais enfin il n'est presque pas possible que, vû la grande quantité de Chenilles qu'il y avoit alors, & la grande quantité d'Herbes qui ne laissa pas de se consumer dans Paris, une infinité de gens n'ayent mangé des Chenilles qui s'étoient bien cachées, ou qu'on n'avoit pas cherchées assés soigneusement. Il y auroit eu une espece de Maladie Epidémique, & on ne s'apperçut de rien d'extraordinaire. Il n'est donc pas sûr que les Chenilles ne pussent être mangées aussi-bien que les Limaçons, & même que les Huîtres; mais il l'est du moins que le plus courageux

*Hist. 1736.*

. D

## 26 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

& le plus curieux Philosophe ne se résoudroit pas aisément à une épreuve si dégoûtante.

Il y a une grande partie des Chenilles qui ne sont point venimeuses au toucher, ce sont toutes les *rales*, M. de Reaumur en est certain par mille & mille expériences; mais pour les *veluës*, elles paroissent venimeuses par les déman-gaisons & les cuissens que l'on sent après les avoir touchées, & ce n'est pas seulement aux mains qu'on les sent, c'est en différents endroits du visage, aux yeux, & ce qui est encore plus singulier, c'est quelquefois pour avoir seulement approché de l'Animal sans l'avoir touché. La Coque & la Dépouille de l'Animal font le même effet, mais il faut qu'on y touche. Il se trouve bien là quelques apparences de venin pour le peuple, mais aux yeux de ceux qui examinent bien, d'autres choses y feront contraires. Le mal est aussi vif qu'il peut être dans son espece, & dure quelquefois quatre jours.

Le mot de l'Enigme trouvé par M. de Reaumur, est que les Chenilles veluës ont de petits poils invisibles aux yeux, très-fins, très-roides & en très-grande quantité, qui se détachent aisément de leur corps, & qu'on peut même concevoir qui font autour d'elles une espece d'Atmosphère, sur-tout quand elles ont la faculté de les darder, comme la doivent avoir quelques especes. Quand une main entrera dans l'Atmosphère des poils, elle s'en couvrira, quelques-uns entreront d'abord dans quelque pore de la peau, & la picoteront, d'autres qui étoient demeurés couchés, se redresseront au moindre mouvement, & feront l'effet des premiers, on portera sa main à son visage, &c. car il suffit d'avoir une fois saisi l'idée principale.

Il n'a pas été possible que M. de Reaumur étudiât autant qu'il a fait l'Histoire des Chenilles, sans s'instruire en même temps de celle des Ennemis qui leur font la guerre. Ces deux Histoires sont trop liées.

Apparemment la Nature a voulu remédier à la fécondité des Chenilles, qui seroit excessive selon l'idée que nous en avons donnée plus haut \*, & elle l'a tellement voulu, qu'il

\* p. 24.  
& 25.

ya des especes où les Chenilles se mangent les unes les autres. Mais en général leurs plus grands Ennemis sont des Vers qui leur ressemblent & par être reptiles, & par avoir la même destinée & les mêmes industries ; vers d'abord, ils se filent des Coques de soye où ils se transforment en Crisalides, ils en sortent, & deviennent Mouches ou Scarabés. Jusqu'aux Chenilles extrêmement petites, dont nous avons parlé ci-dessus \*, & qui pourroient échapper par leur petitesse, elles ont des Ennemis proportionnés, de sorte qu'une même feuille est couverte de Chenilles, des Crisalides & des Papillons de cette espece, & en même temps de ces Vers, de leurs Crisalides & de leurs Scarabés, mêlés confusément ensemble, & très-difficiles à distinguer.

\* p. 24.

Les Chenilles n'ont pas seulement à essuyer une guerre ouverte, pour ainsi dire, & déclarée de la part de Vers qui se posent sur elles, leur percent le corps, & les sucent ; elles ont encore beaucoup plus à souffrir, & elles sont beaucoup plus détruites par une guerre intestine que leur font d'autres Vers qu'elles portent au dedans d'elles-mêmes, & qui les rongent. Les premiers Observateurs qui leur en ont trouvé le corps plein, ont pris ces cruels ennemis pour leurs enfants. Ce n'étoit pas cette barbarie qui rendoit la pensée insoutenable, mais le manque absolu d'analogie avec tout ce qui est connu d'ailleurs, & enfin les observations ont mis la vérité hors de doute. Des Mouches vont piquer les Chenilles avec un long Aiguillon qui n'est pas uniquement fait pour les percer, & en effet elles n'en paroissent pas incommodées, mais qui est en même temps un Canal par où un Œuf est porté dans l'intérieur de leur corps. Chaque coup de cet Aiguillon y dépose au moins un Œuf, & on voit la Mouche promener ce Dard sur un grand nombre d'endroits différents du corps de la Chenille qui n'y apporte aucune opposition. Ces Œufs éclosent, & ce sont autant de Vers qui se nourrissent de la substance de la Chenille. Ils sont en si grand nombre, qu'ils ne paroissent pas laisser de place aux parties intérieures de l'Animal.

Cependant l'Animal a toujours l'air de se bien porter, il mange de son côté comme à l'ordinaire, il croît. Comment cela se fait-il ? M. de Reaumur a observé dans l'Anatomie de la Chenille, qu'avec un long canal, qui fait son Œsophage, son Estomac & ses Intestins, il se trouve dans toute l'étendue de son corps une substance membraneuse & celluleuse, qu'il appelle le *Corps graisseux*. Voilà de quoi les Vers se nourrissent, en épargnant les parties plus essentielles, dont la destruction feroit manquer absolument le fonds de leur subsistance. Aussi voit-on que dans les Chenilles rongées intérieurement par des Vers, le Corps graisseux est réduit presque à rien.

Quand les Vers ont pris toute leur croissance, ils sortent du corps de la Chenille en le perçant de toutes parts, & non par des conduits destinés à cet usage, marque presque suffisante que ce n'est pas là une génération. Dès que les Vers voyent le jour, ils songent à se filer des Coques où ils se transformeront. Comme ils semblent pressés d'y travailler, ils les placent aux environs du corps de la Chenille d'où ils viennent de sortir, quelquefois sur son corps même. Ils les mettent toutes les unes auprès des autres, de sorte qu'elles s'appuyent mutuellement, & paroissent ne former extérieurement qu'une grosse Coque, qui a contribué à tromper ceux qui ont crû les Vers enfants de la Chenille, car ils ont imaginé qu'elle avoit filé cette Coque pour eux.

Peu de jours après que les Vers sont sortis, la Chenille meurt, & de l'épuisement où elle est pour les avoir nourris, & des blessures qu'elle en a reçues.

Quelquefois avant que les Vers sortent, la Chenille devient Crisalide. Ils ne l'en rongent pas moins, & quelquefois ils ont de plus la commodité que la Coque de la Crisalide devient leur Coque commune, qu'ils n'ont pas eu la peine de filer.

Il y a telle espèce de Chenilles, & de celles qui sont communes en nos Pays, où M. de Reaumur a observé que sur 23 ou 24 Chenilles il n'y en avoit guere qu'une qui fût

exempte de Vers. Comme on peut compter que toutes celles qui en sont attaquées, meurent, & ne parviennent pas à l'état de Papillon où elles pondroient, voilà l'excès de multiplication bien réduit.

Les Chenilles sont même quelquefois attaquées & tuées par des Vers avant leur naissance. Des Mouches viennent déposer dans les Œufs des Chenilles, des Œufs d'où éclosent des Vers qui mangent les petites Chenilles naissantes, ou les Embrions.

Sur les Vers mangeurs de Chenilles, M. de Reaumur a trouvé en son chemin deux faits assés curieux.

Quelques-uns de ces Vers, au sortir de la Chenille où ils ont habité à ses dépens, se filent des Coques de soye, d'un tissu serré, d'une jolie figure à peu-près cylindrique, & dont l'agrément singulier consiste en ce qu'ils ont communément sur leur surface une ceinture ou bande noire au milieu, le reste étant blanc, ou au contraire. La cause de cette disposition & de cette alternative du blanc & du noir, ne saute point du tout aux yeux, & l'on pourroit se tourmenter inutilement à cette petite recherche. C'est pourtant, selon M. de Reaumur, quelque chose d'assés simple. La soye, que file le Ver pendant un certain temps de son travail, est blanche, ensuite vient celle qui étoit au fond du Réservoir, & elle est noire, peut-être parce qu'elle étoit au fond. La Coque est filée par un Animal qui en occupe & occupera toujours l'intérieur; ainsi la partie extérieure est filée la première, & l'intérieure la dernière. A prendre la Coque par son épaisseur, la partie extérieure en doit être toute blanche, & la partie intérieure toute noire, s'il n'y a rien de plus; mais il est arrivé que l'Animal a voulu fortifier la Coque, soit au milieu, soit aux deux bouts. S'il a voulu la fortifier au milieu, & que ç'ait été dans le temps qu'il n'avoit plus que de la soye noire, il y a employé de cette soye, qui étant plus épaisse là qu'ailleurs, perce au travers de la couche blanche extérieure de la Coque, & fait paroître du noir, que le reste des couches intérieures de la Coque, quoique noires aussi, ne font pas paroître. Si

l'Animal a voulu fortifier sa Coque par les deux bouts, & que ç'aït encore été dans le temps qu'il n'avoit que de la soye noire, il y porte de cette soye qui en augmente le noir, & ne laisse plus paroître de blanc qu'au milieu.

\* p. 42.

Nous avons parlé en 1710 \* de certaines petites Coques qui sautoient d'elles-mêmes dans les Allées d'un Jardin. En les ouvrant, on y avoit trouvé un Ver vivant, & comme nous ignorions quel il étoit & l'histoire de sa vie, nous proposâmes sur son sujet quelques difficultés qui n'en sont plus aujourd'hui. C'est un Ver mangeur de Chenilles qui s'est fait une Coque où il vit long-temps sans manger, & cependant très-vigoureux, jusqu'à ce qu'il en sorte pour se transformer en Mouche. Il ne se multiplie donc point dans sa prison, mais seulement quand il en est dehors. Les autres merveilles s'évanouissent aussi, & ne méritent plus qu'on s'y arrête. Le fait avoit été expliqué d'avance en 1710.

Les Vers, plus redoutables aux Chenilles par leur nombre que les Oiseaux, le sont moins par leur force, les Chenilles sont souvent enlevées toutes vivantes par des Oiseaux qui en font la pâture de leurs Petits, & quelquefois aussi la leur. On devine bien que, selon leurs différentes especes, leur goût les porte à attaquer différentes especes de Chenilles. Communément ils n'aiment pas les veluës, mais cette aversion cesse dès qu'elles sont Papillons. Celles qui se sont sauvées dans les deux premières vies, sont encore fort exposées dans la troisième. Chacune a des ennemis qui lui sont proportionnés. Il est égal pour nous, quant à leur multiplication, dans laquelle des trois elles périssent, pourvu que dans celle de Papillon ce soit avant la ponte, car ce sera toujours une génération du même nombre de Chenilles retranchée; mais quant au dégât qu'elles font à nos Arbres & à nos Fruits, il vaut bien mieux qu'elles périssent Chenilles, & le plutôt qu'il se pourra.

Aussi pour animer encore à leur destruction ceux qui y sont le plus intéressés, M. de Reaumur a cherché les moyens de faire que leur travail pût être d'une utilité présente &

assurée, car les utilités éloignées & incertaines ne touchent pas assés. Ne pourroit-on pas faire quelque usage de la soye des Nids de Chenilles, du moins de celle de quelques especes ? Un petit profit engageroit les Femmes & les Enfants de la Campagne à les aller découvrir avec soin ; ce seroit même un divertissement. Enfin il est toujours bon de donner des vûes, même générales, on avertit ceux qui pensent de tourner leurs yeux d'un certain côté.

Un Instrument, trouvé par M. de Reaumur pour aller à la chasse aux Papillons, ne fait pas espérer qu'on en détruist beaucoup, il faudroit pour cela trop de chasseurs, & trop de temps, mais du moins, ce qui a été l'intention, on prendra des Papillons quand on voudra, & on les prendra sans les endommager, c'étoit un secours nécessaire pour le grand nombre d'observations requises. Quand les Ailes se trouveront rares & précieuses, à la bonne heure, on les aura bien saines & bien entières.

Peut-être après tout ne sera-t-il jamais permis à l'industrie humaine de détruire que jusqu'à un certain point les especes qui nous sont les plus nuisibles, & peut-être y perdrions-nous si nous parvenions à les détruire entièrement. Quand nous aurions exterminé les Chenilles, de quoi vivroient les Vers qui en vivent ? Ces Vers n'étant plus, ou étant fort diminués de nombre, de quoi vivroient, du moins aussi-bien qu'ils faisoient auparavant, les Oiseaux qui vivent de ces Vers ? Et les Oiseaux faisant une partie, & la plus agréable, de notre nourriture, la perte qui nous en reviendrait, n'est-elle pas sensible ? mais apparemment ce malheur ne nous menace guere. Il y a long-temps qu'une guerre universelle dure entre les Animaux, & aucune espece n'a succombé. La Nature a sçu calculer, elle a combiné bien juste les avantages & les desavantages, les pertes & les ressources, & elle n'a pas manqué de nous comprendre nous-mêmes dans son calcul, nous qui entre tous les Animaux sommes les plus grands exterminateurs.

Il ne faut pas oublier ici qu'une partie de ce merveilleux

### 3.2 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

art de la Nature consiste à partager également à peu-près ses faveurs entre les Animaux ennemis. Il ne faut pas que les Chenilles multiplient excessivement. Si certaines circonstances, ou plutôt certains concours de circonstances, leur sont plus favorables qu'à l'ordinaire, ils le seront aussi aux Vers; généralement parlant, l'égalité est conservée. Que si cependant elle ne l'étoit pas parfaitement, ce qui est possible, & qu'il y eût considérablement plus d'avantage pour les Chenilles que pour les Vers, il arriveroit ce qui arriva en 1735, mais ces cas-là ne peuvent être que rares, l'équilibre se rétablit aussi-tôt, tout y tend naturellement.

Après les Chenilles qui vivent à découvert, exposées aux yeux de tout le monde, doivent venir celles qui menent une vie cachée dans des troncs, dans des branches, dans des racines d'Arbres, dans des fruits, d'où elles ne sortent point tant qu'elles sont Chenilles.

Il est aisé de les distinguer d'avec les Vers que l'on trouve souvent aussi dans ces sortes d'habitations; mais on pourroit plutôt les confondre avec d'autres Insectes que M. de Reaumur appelle *fausses Chenilles*, qui à la vérité ont à l'extérieur beaucoup de ressemblance avec les Chenilles, mais qui ont plus de jambes qu'aucune espèce des vraies n'en a, & d'ailleurs se transforment en Mouches à quatre Aîles, & non en Papillons.

Les Papillons, meres des Chenilles qui vivent dans l'intérieur d'un Arbre, ou d'un fruit, y avoient déposé leurs Œufs au dehors, & les petits Insectes, dès qu'ils ont été nés, ont pénétré au dedans. Les Meres ont voulu qu'ils trouvassent dès leur naissance, des aliments de leur goût, & sans doute elles choisissent les bois ou les fruits, elles n'ont qu'à se souvenir de ce qu'elles ont aimé étant Chenilles. Il n'y a point de feuilles dont quelque espèce de Chenilles au moins ne s'accommode, mais il y a des fruits, comme les Pêches & les Abricots, où il ne paroît pas qu'aucune espèce touche.

Comme les Chenilles, qui doivent vivre dans un fruit, y entrent au sortir de l'Œuf dont elles étoient les Embrions,  
elles



elles sont alors si petites, qu'il n'est pas étonnant que l'ouverture qu'elles se sont faite, ou qu'elles ont trouvée, ne se puisse reconnoître. Il est même très-possible qu'elle se soit refermée.

Ce qui est plus étonnant, c'est qu'il n'y ait souvent qu'une seule Chenille dans un fruit, quoiqu'assés gros pour en nourrir un grand nombre. Il s'y trouvera peut-être bien deux Insectes qui le rongent, mais l'un sera une Chenille, l'autre un Ver. Un Papillon qui doit déposer ses Œufs sur des fruits d'une certaine espece, n'en dépose-t-il qu'un à la fois pour lui procurer une subsistance plus abondante ? mais elle le seroit souvent beaucoup trop. Va-t-il pondre sur autant de fruits différents qu'il a d'Œufs ? c'est bien du mouvement, & cette ponte, sans cesse interrompue, n'est guere vraisemblable. A-t-il la discrétion de ne point pondre sur un fruit où l'Œuf d'un autre Papillon a déjà été déposé ? On ne voit pas ni qu'il examine ce fruit, ni qu'il puisse l'examiner suffisamment. Enfin est-il établi par la Nature que les Insectes qui auront à pénétrer dans des fruits pour y vivre, auront beaucoup de peine à y réussir, & qu'il en périra la plus grande partie dans cette opération, la première de leur vie ? Cela peut-être expliqueroit tout, mais la Loi ne paroît pas assés du génie de la Nature.

La difficulté, qui s'offre ici, suppose qu'un Papillon ne dépose qu'un seul Œuf sur un fruit, & ce fait est très-vraisemblable. Mais si un Papillon dépose plusieurs Œufs sur un fruit, où il ne se trouve cependant qu'une seule Chenille, ce que M. de Reaumur a vû arriver à des grains d'Orge chargés de plusieurs Œufs, alors la difficulté est fort diminuée, ou les petites Chenilles se feront fait la guerre pour le grain d'Orge, & une sera demeurée victorieuse, ou la première née aura pénétré dans le grain par un certain endroit déterminé le plus tendre & le plus aisé de tous à percer, après quoi les autres n'auront pû s'y faire de nouvelles routes, & auront péri de faim.

Quoi qu'il en soit, c'est un fait averé par M. de Reaumur

*Mem. 1736.*

E

sur un grand nombre de Glands, que l'on voyoit bien qu'ils étoient *verreux*, qu'il n'y a jamais trouvé en les ouvrant qu'une Chenille ou qu'un Ver, mais quelquefois, quoique très-rarement, une Chenille & un Ver ensemble, tant il est réglé que chaque Animal de ces deux especes vivra enfermé, ou absolument solitaire, ou du moins sans compagnie de son espece.

Ces Chenilles n'ont dans leurs prisons d'autre occupation que de manger ces prisons mêmes, en leur laissant pourtant l'enveloppe extérieure qui les retient toujours prisonnières. Quand elles sont dans des fruits de peu de masse, comme des grains d'Orge ou de Bled, leur substance farineuse se trouve justement dans la quantité nécessaire pour être la provision de la Chenille pendant sa vie de Chenille.

Si cependant la provision ne suffit pas, comme il peut arriver, les Chenilles ont une ressource, qui ne seroit pas du goût de la plupart des autres Animaux, elles remangent ce qu'elles ont rejeté. Cette pratique n'a pas été vûë, mais on la soupçonne assez légitimement, sur ce qu'on voit souvent une plus grande quantité d'excréments dans l'habitation d'une jeune Chenille que dans celle d'une autre beaucoup plus âgée. On voit assez d'où cela vient, en supposant que la grosse Chenille a été obligée de reprendre pour aliment ce qu'elle n'avoit pas assez bien digéré étant plus jeune.

Elles ont soin de lier leurs excréments avec de la soye, & de les mettre en un petit tas. Elles en seroient apparemment incommodées si elles les rencontroient dispersés & errants çà & là au hasard.

Des Chenilles qui vivent ainsi enfermées, quelques-unes, c'est-à-dire toujours quelques especes, sortent de leur prison pour se transformer en Crisalides, d'autres y subissent cette transformation, & par conséquent aussi celle de Crisalide en Papillon. Nous ne parlerons que de ces dernières, parce qu'elles ont quelque chose de particulier.

La Chenille qui va se transformer dans un grain ou d'Orge ou de Bled, &c. dont elle a consumé tout le dedans, tapisse

de foye toute cette cavité demeurée vuide, & la sépare par une Cloison de même matière en deux parties inégales, dont la plus grande est pour elle lorsqu'elle sera Crisalide, & la plus petite pour les excréments, qu'elle a soin de tenir & de ranger à part. Quand elle est Papillon, elle sort par un petit trou rond que ferme une espece de Soupape taillée dans l'écorce du grain, & qu'elle a aisément soulevée pour sortir. Mais qui a percé ce trou, & taillé cette Soupape ? c'étoit l'affaire du Papillon, qui vouloit avoir une issue, mais le Papillon n'a nuls instruments propres à s'en faire une pareille. On auroit pû être assés en peine sur cela, si l'extrême assiduité de l'observation, jointe à un accident heureux, n'eût appris à M. de Reaumur que c'est la Chenille elle-même, qui prévoyant en quelque sorte ce qu'elle sera, se prépare, tandis qu'elle a des dents, une ouverture dont elle fera usage étant Papillon.

C'est autant de perdu que tous les grains de Bled, d'Orge, où des Chenilles sont établies, mais lors même qu'elles le sont dans des fruits beaucoup plus gros qu'il ne faut pour nourrir une Chenille, elles leur font encore beaucoup de tort, non seulement parce qu'elles en consomment une partie, mais encore parce qu'en consumant cette partie, elles ont souvent troublé toute l'œconomie de la végétation dans le fruit entier, & ont été cause qu'il n'a pû meurir, & est tombé.

Ces Chenilles, comme toutes les autres, ont des Vers pour Ennemis. Quelquefois au lieu de celles que M. de Reaumur croyoit trouver dans des fruits ou grains, il y a trouvé de très-petites Mouches prêtes à en sortir. Elles avoient été des Vers qui avoient mangé les Chenilles habitantes des mêmes lieux.

Leurs Papillons n'ont rien de fort remarquable.

On ne s'attendroit peut-être pas qu'il y eût des Chenilles aquatiques, & qui fussent Chenilles, non pas comme les Chevaux Marins sont Chevaux, ou comme les Loups Marins sont Loups, mais comme les Chenilles de terre le sont. Elles le sont si véritablement, qu'elles prennent l'air par leurs

Stigmates, ainsi que font toutes les autres, & non à la manière des Poissons.

M. de Reaumur en a découvert deux especes, l'une sur le Potamogeton, l'autre sur la Lentille aquatique, toutes deux industrieuses. La première est la plus grande, & celle aussi dont l'industrie a été plus aisément observée. Nous nous en tiendrons à celle-là.

Quoiqu'aquatique, elle n'aime point à se mouiller, & nage très-mal. Dès qu'elle est sortie de l'Œuf qui a été déposé sur une feuille de Potamogeton, elle coupe avec ses dents, comme elle feroit avec un *emporte-pièce*, une petite portion ou plaque à peu-près ronde de cette feuille, elle va la porter sur un autre endroit de la même feuille, & l'y pose de façon que les deux surfaces de dessous se regardent, parce qu'il y aura là naturellement une cavité où la Chenille se logera. Elle attache avec de la soye les bords de la plaque de feuille contre la feuille, & y laisse seulement quelques petits intervalles par où elle puisse passer sa tête, quand elle voudra aller ronger quelque feuille des plus proches. Elle le fera aisément avec un petit effort qui soulevera un peu la partie supérieure de la Coque, & abaissera l'inférieure, & afin qu'il n'entre pas d'eau dans ce moment, il se forme alors dans cette Chenille, au bas de sa tête, un rebord ou bourlet qui ferme exactement l'ouverture par où la tête a passé. Quand la tête se retire, le ressort naturel de la feuille & celui des fils de soye rejoignent dans l'instant les deux parties séparées de la Coque. Ainsi la Chenille est dans l'eau sans se mouiller, d'ailleurs les feuilles du Potamogeton sont fort lisses, & de nature à ne se pas mouiller aisément.

Mais quand la subsistance vient à manquer, & ce qui en est une suite, quand l'habitation devient trop étroite, car la Chenille ne se l'est faite que proportionnée à la grandeur dont elle étoit alors, il faut changer de demeure, & elle en change, elle va ailleurs se faire une plus grande Coque, mais toute pareille, & c'est ce qui lui arrive plusieurs fois en sa vie. Les transmigrations ne se font pas loin, il faut toujours

éviter l'eau, & s'en garantir, autant qu'il est possible, quoiqu'on y vive.

Les métamorphoses en Crisalides & en Papillons suivent le cours ordinaire. Le Papillon sorti d'une Crisalide qui étoit sur la surface de l'eau, s'y soutient aisément par sa légèreté, pendant tout le temps nécessaire pour affermir & pour dessécher ses ailes, après quoi il s'envole, & quitte pour jamais le séjour de l'eau. Plusieurs autres Animaux qui y sont nés, y renoncent aussi pour n'y plus revenir.

Voilà ce que nous avons détaché de ce second Volume, ou de plus curieux, ou de plus intéressant pour les Lecteurs superficiels, ou de plus facile à détacher. Il auroit fallu distinguer & caractériser les différentes espèces de Chenilles, de Crisalides, de Papillons, mais le détail eût été infini, & nous avons affecté une confusion qui, en ne laissant pas de donner des idées, produisoit de la brièveté. Nous avons regardé les Chenilles du point de vue d'où un Chinois regarderoit les mœurs, les gouvernements de l'Europe en général, sans distinguer les Nations Européennes.

---

Cette même année parut le 2<sup>d</sup> Volume des *Leçons de Physique* de M. l'Abbé de Molieres. Nous avons rendu compte du 1<sup>er</sup> en 1734 \*, & il sera bon d'en résumer ici les idées principales, afin que le tout puisse être vu du même coup d'œil. \* p. 94.

Tout Corps qui pèse, tend vers un centre. Toute la matière qui se meut circulairement, & par conséquent autour d'un centre, bien-loin d'y tendre, tend perpétuellement à s'en éloigner, & par conséquent n'est pas pesante, du moins par rapport à ce centre. Si elle se meut dans un Tourbillon composé, c'est-à-dire, dans un petit Tourbillon compris dans un plus grand, M. l'Abbé de Molieres a démontré en 1734 qu'elle tend encore avec plus de force à s'éloigner de l'un & de l'autre centre.

Il n'y a qu'une matière fluide qui puisse se mouvoir en Tourbillon, & en conserver la forme, puisqu'il faut, pour

la conservation de cette forme, que les couches concentriques du Tourbillon ayent toutes une force centrifuge égale, & que pour cette égalité il faut qu'elles ayent des vitesses différentes de celles d'une Sphere solide.

S'il se trouve dans un Tourbillon, soit simple, soit composé, des parties de matière qui se lient les unes aux autres, s'embarrassent ensemble, enfin fassent un Corps dur, ou moins fluide qu'un pareil volume du reste du Tourbillon, il est évident que ce Corps en aura d'autant moins de matière mêlée en Tourbillon, & par conséquent d'autant moins de force centrifuge; les autres parties qui auront plus de cette force, le repousseront donc vers le centre commun du mouvement, & ce sera là sa Pesanteur.

La pesanteur lui viendra donc de dehors, aussi-bien que le Ressort & la Dureté, comme nous l'avons déjà dit.

En concevant que notre Tourbillon Solaire ne va pas plus loin que Saturne, ce qui lui donne les bornes les plus étroites qu'il soit possible, les seuls corps durs ou solides qu'il contienne sont le Soleil & 15 Planètes, & ces 16 masses prises ensemble, ne sont rien en comparaison de la masse d'un Tourbillon Sphérique fluide, dont le rayon est de 33 millions de Lieues. On peut juger de même du reste de l'Univers, & il se trouvera que tous les Corps solides & pesants ne sont qu'un infiniment petit par rapport à la masse immense de la matière fluide & non pesante.

Dans notre Tourbillon, dont le centre est celui du Soleil, & où tout se meut autour de ce centre jusqu'au Soleil lui-même, il y a certainement trois autres Tourbillons plus petits, celui de la Terre, celui de Jupiter & celui de Saturne. Les centres de chacun de ces Tourbillons sont occupés par la Terre, par Jupiter & par Saturne, trois corps solides & pesants, qui y ont été rejettés, & y sont retenus par une force centrifuge supérieure de la matière fluide qui les environne. Ces trois Tourbillons pris chacun en total, & comme de grandes masses distinctes du grand Tourbillon où ils nagent, & qui les emporte, ont une force centrifuge qui les fait

tendre à s'éloigner du centre commun, & il paroît clair que cette force seroit plus grande, & aussi grande qu'elle puisse être, s'ils n'étoient composés que d'une matière fluide qui tourbillonnât, c'est-à-dire, qu'ils ne portassent pas à leur centre ce corps solide qui ne peut tourbillonner, puisqu'il n'est pas fluide. Ils sont donc appelantis par ce corps là, & ils le sont plus ou moins, selon que sa masse a un plus grand ou moindre rapport à la masse totale du Tourbillon, & selon qu'il est plus ou moins solide. Ils en descendront un peu plus bas dans le Tourbillon Solaire, mais seulement jusqu'à un certain point, où l'équilibre les retiendra.

Ce corps central qui ne peut tourbillonner, ne laisse pas d'être déterminé par la matière fluide qui l'emporte à tourner sur son propre centre selon la direction qu'elle a elle-même. Non seulement la Terre & Jupiter, centres de deux petits Tourbillons, suivent cette loi, mais le Soleil même, centre de tout le grand Tourbillon, la suit, parce qu'en effet elle ne doit pas moins avoir lieu pour lui. On aura vû en 1735 \* pourquoi nous ne disons rien ici de Saturne.

\* p. 46.

Les superficies de ces trois Corps centraux qui tournent, ne se meuvent pas avec la même vitesse qu'auroient eûe dans des Tourbillons entièrement fluides, trois Couches qui auroient été en leurs places; ces superficies sont beaucoup plus lentes. Pour ne pas entrer trop avant dans l'explication de ce phénomène déjà traité en 1735, & ne pas nous contenter de dire que le Tourbillon est appelanti par le Corps solide central, voici peut-être ce qu'on peut penser de moins abstrait & de plus facile sur ce sujet. Toutes les Couches d'un Tourbillon purement fluide, ayant nécessairement des vitesses différentes, elles n'agissent point les unes sur les autres, l'une n'est point chargée, pour ainsi dire, de mouvoir, d'entraîner celles qui la touchent; mais si un Corps solide est placé au centre d'un Tourbillon, il faut que la dernière Couche fluide de ce Tourbillon, & la dernière seule, agisse sur la superficie de ce Corps, & par cette superficie sur toute la masse, & il est visible qu'elle lui imprimera beaucoup moins de vitesse qu'elle n'en avoit.

Selon toutes les apparences possibles, Mercure, Venus & Mars sont des Corps placés au centre de Tourbillons fluides, mais dont l'existence ne nous est pas constante, faute de Satellites qui tournent autour de ces Planetes. Il paroît assés que ce n'est que par une espece de hasard qu'elles en manquent, & d'ailleurs si des Tourbillons sont nécessaires, comme il est plus que vraisemblable qu'ils le soient, pour soutenir la Terre, Jupiter & Saturne aux distances où ils sont du Soleil, & les empêcher d'y tomber par leur pesanteur, ils ne seront pas moins nécessaires pour soutenir de même Mercure, Venus & Mars.

On peut aller encore plus loin, car une manière d'agir de la Nature une fois bien constatée, ne manque jamais d'être fort générale. La Lune, les quatre Satellites de Jupiter, les cinq de Saturne, occuperont aussi les centres de Tourbillons fluides, ces Planetes subalternes sont à l'égard des principales, ce que les principales sont à l'égard du Soleil. Il seroit très-bizarre & très-surprenant pour les Philosophes, que l'analogie ne s'étendît pas parfaitement jusque-là. Tout ce qu'il y aura de différent, c'est que dans le grand Tourbillon Solaire nous voyons & le centre qui est le Soleil, & les Corps circulants à l'entour, qui dénotent sûrement le Tourbillon, de même dans les Tourbillons des Planetes principales nous voyons & ces Planetes qui sont les centres, & leurs Satellites qui nous rendent le Tourbillon sensible; mais dans les Tourbillons des Satellites, nos yeux n'en verront que les centres, & l'analogie suppléera au reste.

En décomposant le Tourbillon Solaire selon l'ordre de la grandeur de ses parties, qui seront Tourbillons aussi-bien que lui, on trouvera donc 1° les Tourbillons des Satellites, qui feront un 1<sup>er</sup> ordre simple, 2° les Tourbillons des Planetes principales, dont quelques-uns sont composés de Tourbillons du 1<sup>er</sup> ordre, 3° ce grand Tourbillon lui-même composé de Tourbillons déjà composés d'autres Tourbillons, il sera du 3.<sup>me</sup> ordre, & il en seroit seul, si nous bornions à Saturne nos regards & nos pensées, mais une infinité d'Etoiles fixes, qui



qui sont autant de Soleils, centres d'autant de grands Tourbillons pareils au nôtre, demandent que le nombre des Tourbillons du 3<sup>me</sup> ordre soit infini, & que le Tourbillon Solaire soit un Atome dans l'Univers.

Cet Atome cependant est assés développé à nos yeux pour nous permettre de le bien considérer, & d'en tirer des conséquences qui s'appliqueront ensuite à ce qui sera encore infiniment plus petit.

Puisque l'Univers demeure dans un certain état constant, tous les Tourbillons, dont il est l'assemblage immense, sont en équilibre entre eux, ils se balancent tous mutuellement par l'égalité de leurs forces centrifuges, & un seul, quel qu'il soit, se maintient contre tout l'Univers.

Les Tourbillons n'agissent les uns contre les autres que par les points par où ils se touchent, & par conséquent le Tourbillon Solaire n'agit que contre ceux qui l'environnent immédiatement, & que par sa dernière Couche. Quand il ne contiendrait point plusieurs autres Tourbillons moindres que lui, & qui le rendent Tourbillon du 3<sup>me</sup> ordre, quand il seroit parfaitement simple, il auroit toujours la même action contre les Tourbillons voisins, pourvû que sa dernière Couche eût toujours la même force centrifuge. De même ses voisins ne le sont, & n'agissent contre lui que parce qu'ils ne sont contenus dans aucun autre Tourbillon, & par-là ou sont comme lui du 3<sup>me</sup> ordre, ou propres à en être.

Dans le Tourbillon Solaire, il est visible que les Tourbillons de Jupiter & de Saturne, par exemple, qui sont du 2<sup>d</sup> ordre, n'agissent que l'un contre l'autre, & nullement contre le grand Tourbillon où ils sont compris. De même les petits Tourbillons des Satellites ou de Jupiter ou de Saturne.

Que les Tourbillons agissent les uns contre les autres sans se détruire, ou fassent équilibre entre eux, c'est la même chose; donc des Tourbillons ne font équilibre qu'avec ceux de leur ordre, ceux du 1<sup>er</sup> avec ceux du 1<sup>er</sup>, &c.

Un Tourbillon du 2<sup>d</sup> ordre a une plus grande force centrifuge que celui du 3<sup>me</sup> où il est compris, car 1<sup>o</sup> il décrit

## 42 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

de moindres Cercles, 2<sup>o</sup> il les décrit avec plus de vitesse, puisqu'outre la vitesse qui lui est imprimée par son grand Tourbillon, & commune avec lui, il a encore celle qui lui est particulière. Pareillement un Tourbillon du 1<sup>er</sup> ordre a plus de force centrifuge que celui du 2<sup>d</sup> qui le contient. Le Tourbillon de Jupiter aura plus de force centrifuge que le Tourbillon Solaire, & moins que le Tourbillon d'un Satellite de Jupiter.

M. l'Abbé de Molières a prouvé que l'élasticité vient de la force centrifuge, & par conséquent, tout le reste étant égal, il y a moins d'élasticité dans les Tourbillons du 3<sup>me</sup> ordre que dans ceux du 2<sup>d</sup>, moins dans ceux du 2<sup>d</sup> que dans ceux du 1<sup>er</sup>. Si l'on conçoit que le Tourbillon Solaire soit anéanti, à la réserve des petits Tourbillons qu'il contient, & que l'espace qu'occupoit la matière propre de ce Tourbillon soit rempli par de petits Tourbillons tels que ceux qui sont restés, il y aura dans cet espace total plus de force centrifuge & de force élastique qu'il n'y en avoit auparavant.

Deux Tourbillons inégaux en grandeur, ayant leurs centres placés sur la circonférence du même Cercle concentrique au Soleil, leurs centres auront la même vitesse, & par conséquent la même force centrifuge; mais la dernière Couche du plus grand aura, parce qu'elle est la plus éloignée de son centre, une moindre force centrifuge que la dernière Couche du petit, & par conséquent le petit s'éleveroit, & feroit descendre le grand vers le Soleil, s'il n'y avoit rien de plus; mais une grande masse, quoique fluide, qui conspire toute à un même mouvement, tel que celui de Tourbillon, résiste plus de ce chef à prendre un autre mouvement que si elle étoit moindre, & il est possible que ce plus de résistance égale & répare le désavantage qu'elle avoit d'ailleurs.

Il pourroit être encore réparé par une plus grande densité de la matière fluide du grand Tourbillon.

Tout ceci ne suppose que des Tourbillons entièrement fluides, mais nous savons qu'ils ont tous, du moins bien sûrement un certain nombre d'entre eux, des corps pesants

à leurs centres. Nous avons vû un peu plus haut que la rotation de ces corps pesants sur leurs axes, toujours plus lente qu'elle, n'auroit dû être dans une matière fluide, indiquoit que les Couches fluides qui touchoient les Corps solides centraux en avoient été rallenties, & il est très-vraisemblable que les autres Couches plus élevées s'en ressentent aussi. Les Corps centraux pesants appesantiront donc leurs Tourbillons, diminueront leurs vîteses, & par conséquent leurs forces centrifuges, & si la vîtesse du grand Tourbillon du Soleil est diminuée à cet égard par le Soleil même, à plus forte raison celle des Tourbillons du 2<sup>d</sup> ordre & du 1<sup>er</sup>.

Cela étant, les Corps centraux pesants rallentiront plus ou moins leurs Tourbillons, selon qu'ils seront plus ou moins grands, & plus ou moins denses.

A rassembler tout, voici les Eléments des forces centrifuges des Tourbillons du 2<sup>d</sup> & du 1<sup>er</sup> ordre de notre Tourbillon. 1<sup>o</sup> La distance de leurs centres à celui du Soleil, prise dans une certaine raison, 2<sup>o</sup> leur grandeur, 3<sup>o</sup> la densité de leur matière fluide, & quand ils ont des Corps centraux pesants, 4<sup>o</sup> la grandeur de ces Corps, 5<sup>o</sup> leur densité. Puisqu'il y a toujours équilibre dans notre Tourbillon, il faut que la force centrifuge du Tourbillon de la Terre, par exemple, qui sera un produit de ces cinq Eléments, déterminés comme il convient à la Terre, soit une quantité égale au produit de ces mêmes cinq Eléments autrement déterminés pour une autre Planete quelconque, pour Jupiter, si l'on veut. Mais dans chacun de ces deux produits, nous ne connoissons & ne pouvons déterminer que le 1<sup>er</sup> Elément & le 4<sup>me</sup>, les trois autres demeurent inconnus & indéterminés. Nous voyons seulement que si le Tourbillon de Jupiter, qui par sa distance au Soleil a moins de force centrifuge que celui de la Terre, & de plus parce qu'il porte à son centre Jupiter plus gros que la Terre, a cependant réellement une force centrifuge qui le tient plus éloigné du Soleil, il faut que cela lui vienne ou de ce qu'il est plus petit que celui de la Terre, ou de ce qu'il est d'une matière moins dense, ou de ce que Jupiter

#### 44 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

est moins dense que la Terre. Tout ce que nous pouvons est d'appercevoir quels sont les Eléments qui nous manquent. Ils peuvent être combinés d'une infinité de manières avec ceux que nous connoissons, & ils nous laissent dans une incertitude assés vague. Au lieu que vers le centre de notre Tourbillon les Planetes n'ont point de Satellites, & que vers l'extrémité elles en ont plusieurs, l'arrangement contraire seroit également possible, & sans doute il se trouve dans quelque autre grand Tourbillon.

Nous sommes entrés dans ce détail sur le Tourbillon Solaire, parce que M. l'Abbé de Molieres ayant fondé toute la Phisique sur les Tourbillons presque infiniment petits du P. Malebranche, le Tourbillon Solaire qui n'est, comme nous l'avons dit, qu'un Atome dans l'Univers, nous représentera un de ces atomes plus proprement dits, que nous aurons à considérer. Il n'y aura qu'à y transporter ce que nous aurons vû en grand bien distinct & bien développé, & ce qui n'auroit eu l'air que d'un Systeme purement gratuit & imaginé à plaisir, se changera en faits déjà connus, bien constants, mais extrêmement réduits en raccourci.

Dans l'idée du P. Malebranche & de M. l'Abbé de Molieres, le Tourbillon Solaire n'étant plus que l'une des parties presque infiniment petites de la matière fluide immense qui remplit actuellement l'Univers, conserve toutes ses propriétés. Il est encore fluide, encore Tourbillon, encore composé d'autres Tourbillons plus petits, composés eux-mêmes. Cela peut aller à l'Infini, car la divisibilité de la matière ne s'épuise pas; mais il faut s'arrêter au point qui suffit pour l'explication des phénomènes, & par une sorte de bonheur elle ne demande pas que l'on passe ici le 3<sup>me</sup> ordre, comme le grand Tourbillon Solaire ne l'a pas passé. Réduit en petit, il contiendra donc des Tourbillons moindres & d'un 2<sup>d</sup> ordre, qui en contiendront aussi d'un 1<sup>er</sup> ordre, & rien de plus, du moins quant à présent.

Descartes avoit posé trois Eléments, le 1<sup>er</sup> une matière subtile mêe en tous sens avec une extrême vitesse, répandue

par-tout, & qui étoit en quelque sorte l'Ame de l'Univers, le 2<sup>d</sup> des Globules durs, qui formoient l'Ether, le milieu qui transmet la lumière, le 3<sup>me</sup>, la matière rameuse, dont les parties de figures irrégulières, en s'accrochant & en s'embarassant ensemble, formoient les Corps grossiers & pesants. Les deux 1<sup>ers</sup> Eléments ont été bien réfutés. 1<sup>o</sup> Une matière, quelque subtile qu'elle soit, ne peut long-temps se mouvoir en tous sens, tous les mouvements contraires seroient bientôt anéantis. 2<sup>o</sup> Il n'y a point de cause de la dureté des Globules, il est démontré que le repos de leurs parties entre elles ne suffit pas. Mais des débris du Systeme Cartésien M. l'Abbé de Molieres conserve les noms de ces trois Eléments, qu'il donne aux trois ordres de ses petits Tourbillons; les plus petits, les plus subtils & les plus simples, analogues à ceux des Satellites, sont les Tourbillons du 1<sup>er</sup> Elément, ensuite sont ceux du 2<sup>d</sup> composés de ceux du 1<sup>er</sup>, & analogues à ceux des Planetes principales, enfin ceux du 3<sup>me</sup> analogues au grand Tourbillon Solaire.

Il suit de l'analogie perpétuelle, qui regne ici, que ces petits Tourbillons, même ceux du 1<sup>er</sup> Elément, peuvent avoir à leurs centres des corps solides & pesants, c'est-à-dire, qui le seront par rapport à eux, & dont les parties ne pourront pas, comme les leurs, se mouvoir séparément.

Ces Corps seront inégaux en grandeur, en-pesanteur, en densité.

Il y aura équilibre par-tout, équilibre des petits Tourbillons du 1<sup>er</sup> Elément entre eux, de ceux du 2<sup>d</sup> entre eux, &c.

Ils formeront trois Milieux d'une ténuité ou subtilité différente, & dont le plus subtil, c'est-à-dire, celui du 1<sup>er</sup> Elément sera le plus élastique, ensuite celui du 2<sup>d</sup>, &c.

Ces trois Milieux se répandront par-tout sans se nuire ni se confondre. Ils se pénétreront autant que des corps peuvent se pénétrer. Par-tout où sera le 3<sup>me</sup> Elément, là sera le 2<sup>d</sup>, & par-tout où sera le 2<sup>d</sup>, là sera le 1<sup>er</sup>, non seulement parce que le 3<sup>me</sup> est composé du 2<sup>d</sup>, & le 2<sup>d</sup> du 1<sup>er</sup>, mais encore parce que tout étant plein, les Tourbillons du 2<sup>d</sup> sont

nécessaires pour remplir les espaces angulaires ou interstices que laissent entre eux les Tourbillons du 3<sup>me</sup>, & pareillement ceux du 1<sup>er</sup> pour remplir les interstices de ceux du 2<sup>d</sup>. Comme M. l'Abbé de Molieres ne suppose que des mouvements originaires circulaires, les plus simples de tous ceux qui peuvent être durables, & les plus durables de tous, de même il ne suppose dans les Corps que des figures originaires sphériques, les plus simples de toutes les figures; tous les Tourbillons sont ronds, & leurs interstices sont de la figure de l'espace que laissent entre elles des Sphères égales.

Tous les Tourbillons du même Elément ne se touchant les uns les autres qu'en un point, & étant entre eux en équilibre, peuvent être séparés, ou mis sans leurs voisins avec la plus grande facilité possible, & c'est-là la plus parfaite fluidité qui se puisse imaginer.

Selon la disposition que nous établissons ici dans les Tourbillons, la suite des Tourbillons d'un même Elément n'est jamais interrompue, c'est-à-dire, qu'il n'y a aucun espace sensible où un Tourbillon quelconque ne puisse être mis par un Tourbillon de son même Elément. Il est clair d'abord que tous les Tourbillons du 3<sup>me</sup> Elément se touchent, & pour ceux du 2<sup>d</sup> renfermés dans leurs interstices, il est clair aussi qu'ils ont beaucoup de communication avec leurs pareils qui sont au dehors.

S'il est possible qu'un mouvement soit, pour ainsi dire, si fin & si délicat qu'il ne puisse ébranler les Tourbillons du 3<sup>me</sup>, mais seulement ceux du 2<sup>d</sup>, ceux-ci seront donc le seul Milieu par où ce mouvement se transmettra sans toucher au 3<sup>me</sup> Elément, & de même au contraire un autre mouvement proportionné uniquement à ce 3<sup>me</sup>, s'y transmettra sans toucher au 2<sup>d</sup>. C'est là proprement ce qui fait donner à ces Eléments le nom de *Milieus*.

Pour venir maintenant à quelque détail, M. l'Abbé de Molieres a entrepris d'expliquer par ces principes les propriétés de l'Air, de l'Eau, de l'Huile, du Feu, sans rien adjoûter de nouveau à des principes dont la nature est d'être

fi universels, & sans avoir jamais recours à des mouvements ou à des figures arbitraires que l'on crée pour le besoin des phénomènes.

L'Air est composé de petits Tourbillons du 3<sup>me</sup> Élément, chargés chacun à leur centre d'un Globule pesant. Il est évident que la fluidité & la transparence viennent des Tourbillons, & la pesanteur, des Globules.

L'Air se dilate prodigieusement. On sçait par expérience qu'il peut aller jusqu'à 13 ou 14 mille fois au de-là de son extension naturelle, après qu'en le pompant, on l'a presque entièrement chassé du Récipient de la Machine Pneumatique, où le peu qui en reste doit être extrêmement dilaté. L'Air chassé ne pouvant rentrer dans le Récipient par les pores du Verre, il faut qu'une autre matière plus déliée y entre en sa place, & ce sont de petits Tourbillons du 2<sup>d</sup> Élément pareils à ceux qui composent les Tourbillons du 3<sup>me</sup> dont l'Air est formé. Il en restoit dans le Récipient, & ceux-là se saisissent des Tourbillons du 2<sup>d</sup>, qui y sont venus, & ils font un Air très-dilaté, où les Tourbillons du 2<sup>d</sup> sont en beaucoup plus grande quantité qu'ils n'étoient auparavant.

Ce qui prouve bien l'arrivée d'une matière nouvelle dans le vuide du Récipient, c'est que deux plaques de Marbre bien polies, qui se touchent assés parfaitement pour ne laisser point d'Air entre elles, & qui alors sont très-difficiles à séparer l'une de l'autre selon une direction verticale, parce que l'Air qui les applique l'une contre l'autre, n'est contrebalancé par aucun autre Air qui tende à les séparer, ne résistent pas moins cependant à cette séparation quand elles sont dans le Vuide. Une autre matière a donc succédé à l'Air, & elle produit le même effet. Or les petits Tourbillons du 2<sup>d</sup> Élément y sont très-propres, & plus que ceux de l'Air même, puisqu'ils ont une vertu élastique beaucoup plus grande, & peuvent causer une plus forte compression.

On a été fort surpris quand on a vû que des effets qu'on attribuoit à l'Air, ou ne cessoient pas, ou étoient encore mieux marqués, quand cette cause étoit retranchée, & sans.

48 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
les petits Tourbillons de différents Eléments, cela demeureroit inexplicable.

On peut imaginer qu'un Tourbillon composé de plusieurs Tourbillons moindres les renferme tous sous une espece d'enveloppe commune qui se meut circulairement, & dont la grandeur donne au Tourbillon total plus ou moins de force centrifuge & d'élasticité. Quand un Air est dilaté, il y a plus de Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément renfermés sous une plus grande enveloppe commune, & par conséquent l'élasticité de l'Air est moindre. Au contraire quand il est comprimé, il y a moins de Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément sous une plus petite enveloppe, & l'élasticité sera plus grande, car elle ne dépend que de la grandeur des enveloppes, & non du nombre des Tourbillons qui y sont enfermés.

De cette même idée il suit que la dilatabilité de l'Air doit aller beaucoup plus loin que sa compressibilité. Il est très-aisé qu'un grand nombre de Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément soient renfermés sous une même grande enveloppe commune, cela signifie seulement que plusieurs de ces Tourbillons s'accorderont à tourbillonner ensemble autour d'un même centre commun, & l'on ne voit presque pas de bornes à cette possibilité; mais si un petit nombre de Tourbillons tourbillonnent ensemble, ce nombre pourra être si petit qu'ils n'auront plus la force de soutenir à leur centre commun le petit corps pesant qui doit y être, afin que le tout soit une particule élémentaire d'Air. Aussi se trouve-t-il par expérience que l'Air qui peut se dilater 13 ou 14 mille fois au de-là de son volume naturel, ne peut être réduit qu'à la 3<sup>2</sup><sup>me</sup> partie de ce volume. Son extension peut donc aller depuis 1 jusqu'à 32 fois 13 ou 14 mille.

Le poids de l'Air & son élasticité sont deux choses différentes. Qu'on imagine une seule Couche d'Air qui environne la Terre, le poids de cette Couche vient des petits Corps pesants que chaque Tourbillon élémentaire d'Air porte à son centre, mais l'élasticité vient de la grandeur de chacun de ces Tourbillons, leur vitesse & leur matière étant supposées égales.



égales, & si, comme nous venons d'en voir la possibilité, cette grandeur varie, le nombre des petits Corps pesants demeurant le même, l'élasticité de l'Air variera, & non pas sa pesanteur.

Il y a réellement un prodigieux nombre de Couches d'Air les unes sur les autres, & il est bien vrai que les supérieures en pesant sur les inférieures, augmentent de ce chef leur élasticité, & bandent davantage leur ressort, mais elles ne le sont que par une espèce d'accident de leur position.

L'élasticité de l'Air est certainement augmentée par la chaleur, & la pesanteur ne l'est pas. Au contraire la pesanteur le fera par des particules aqueuses répandues dans l'Air, & il est très-vraisemblable que l'élasticité de l'Air en sera affoiblie comme le sont tous les Ressorts mouillés.

Le Barometre n'a rapport directement qu'à l'élasticité de l'Air, & indirectement à sa pesanteur.

Nous avons jusqu'ici supposé tacitement pour une plus grande simplicité d'idées, que les Tourbillons élémentaires de l'Air étoient égaux entre eux, d'une même matière, d'une égale vitesse de circulation, chargés à leurs centres de petits Corps également pesants, mais toutes ces égalités ne doivent guère se trouver, sur-tout en différents Climats. Les principes qu'on a établis, feront aisément connoître ce qui doit alors arriver. Si les Tourbillons sont d'une matière plus dense, ou portent des Corps plus-pesants, leur vitesse de circulation en sera diminuée, & par conséquent aussi leur force centrifuge & leur élasticité.

Il y a bien de l'apparence que l'Air de la Zone Torride est fort différent du nôtre, qu'il est formé de matières plus denses élevées par un Soleil plus ardent, qu'il résiste davantage au mouvement du Pendule à Secondes, & le retarde, & quand de ce retardement on a conclu que la Terre étoit un Sphéroïde applati, la conséquence a été ingénieuse, mais un peu précipitée.

L'Eau est un amas de petits Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément, composés de Tourbillons du 1<sup>er</sup> plus petits, qui ont chacun

à leur centre un Globule pesant, & tournent tous ensemble autour d'un même Globule placé au centre commun. Un Tourbillon élémentaire d'Air est analogue au grand Tourbillon Solaire qui ne contiendrait de corps solide que le Soleil placé à son centre, & d'ailleurs de moindres Tourbillons fluides, tels que ceux des Planetes principales, mais sans ces Planetes. Un Tourbillon élémentaire d'Eau est analogue aux Tourbillons de Jupiter & de Saturne, qui outre la Planete principale qu'ils portent à leur centre, ont encore des Tourbillons de Planetes subalternes mêlés autour de la principale.

De cette formation de l'Eau, il suit déjà que chargée de tant de Globules pesants, elle doit être beaucoup plus pesante que l'Air.

Les Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément qui la composent, appesantis par ces Globules, n'auroient plus la force de faire équilibre avec tous les autres du 2<sup>d</sup> Elément qui sont sans Globules, s'ils n'étoient plus grands que ceux-là, & n'avoient une plus grande masse qui récompensât le moins de vitesse.

Ils sont cependant toujours beaucoup plus petits que ceux de l'Air, & par conséquent l'Eau passe où l'Air ne passe pas, ce qui a pû d'abord étonner. On voit aisés que ce n'est pas à dire que l'Eau doive passer par-tout.

L'Eau soulagée du poids de l'Air dans la Machine du Vuide, ne se dilate pas pour cela. Il est entré au travers du Verre du Récipient tout ce qu'il falloit de Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément *purs* pour remplir l'espace d'où l'Air a été chassé, & comme ils sont, & sont seuls en équilibre avec ceux de l'Eau, il n'y a eu rien de changé à leur égard.

On ne peut non plus comprimer l'Eau par aucun poids; car l'élasticité des petits Tourbillons du 2<sup>d</sup> Elément est si grande, qu'aucun des poids dont nous pouvons disposer ne la peut vaincre.

L'Eau n'est pas un Milieu propre à transmettre le Son comme l'Air. On en voit aisément la raison.

Le petit Tourbillon total, qui est une particule élémentaire d'Eau, étant plus petit que celui qui est une particule

élémentaire d'Air, il y a dans un espace égal un plus grand nombre de particules d'Eau que de particules d'Air, & par conséquent plus d'attouchements entre les parties d'Eau, & plus d'union entre elles, car le nombre de leurs attouchements apporte à leur séparation une plus grande résistance.

Les parties d'Eau ne laissent pourtant pas de se séparer assez aisément, témoin leur élévation en vapeurs ; c'est là une simple séparation, & non une dilatation proprement dite, ou augmentation de volume.

Après tout cela, M. l'Abbé de Molières vient à considérer l'Huile, non pas celle que nous avons, qui, de quelque espèce qu'elle soit, quelque rectifiée qu'elle soit, est presque entièrement noyée d'Eau, comme réciproquement l'Eau contient toujours un peu d'Huile ; mais il s'agit d'une Huile pure, telle que les Chimistes la supposent pour en faire un de leurs Principes. Elle consiste en petits Tourbillons du 1<sup>er</sup> Élément, dont chacun porte à son centre un petit Corps solide & pesant, de nature à s'enflammer. Un de ces Tourbillons élémentaires sera analogue au Tourbillon Solaire dont on retrancheroit tout ce qu'il contient, excepté le Soleil, & quelque matière fluide qui circuleroit à l'entour. Il seroit possible aussi que le petit Tourbillon d'Huile fût composé, comme celui de l'Eau, de Tourbillons encore plus petits, ayant chacun un Globule dur ou pesant à leur centre, & qu'il ne différât d'un Tourbillon de l'Eau qu'en grandeur, l'un étant du 1<sup>er</sup> ordre, & l'autre du 2<sup>d</sup>.

Visiblement l'Huile sera plus légère que l'Eau.

Ses parties auront aussi plus d'union entre elles. Les petits Tourbillons du 1<sup>er</sup> Élément sont plus petits que ceux du 2<sup>d</sup>.

De-là vient la viscosité de l'Huile, & celle que l'on a toujours reconnue dans l'Eau, lui vient du mélange d'un peu d'Huile.

Quand on a chassé l'Air du Récipient de la Machine Pneumatique, où l'on avoit mis de l'Eau dans un vase, il sort aussi-tôt de l'Air de cette Eau, & en si grande quantité, qu'il occupe presque autant d'espace que l'Eau en occupe.

Il y étoit donc étrangement comprimé. Qu'on remette cette même Eau à l'air libre, elle reprend en peu de temps autant d'Air qu'elle en avoit eu auparavant, quelle force a pû le contraindre à rentrer dans cette Eau d'où il s'étoit dégagé, & à s'y remettre dans l'état d'une violente condensation? C'est-là une question très-difficile à résoudre, & très-embarrassante pour les Physiciens. On en trouve la réponse dans les principes de M. l'Abbé de Molières, en niant que ce soit de l'Air qui sort de l'Eau, ce sont de petits Tourbillons d'Huile, & qui par conséquent appartiennent au 1<sup>er</sup> Elément. Cet Elément remplit nécessairement les espaces angulaires compris entre les Tourbillons du 2<sup>d</sup> qui forment l'Eau qu'on a mise dans la Machine Pneumatique, il remplit aussi ceux qui sont au dehors de la Machine entre les Tourbillons du 2<sup>d</sup>, mais quand ceux-ci entrent dans le Récipient à mesure qu'on en chasse l'Air, ils n'y entrent pas accompagnés des Tourbillons du 1<sup>er</sup> Elément qui remplissoient leurs espaces angulaires, & il en sort d'autres de l'Eau du vase pour tenir leur place. Cette Eau n'étant plus en quelque sorte assujettie par ce qui remplissoit ses interstices, se sera un peu dilatée; mais remise à l'air libre, elle aura bien-tôt repris sa consistance ordinaire.

Ce n'est pas là proprement l'idée de M. l'Abbé de Molières sur ce sujet. Il conçoit que les petits Tourbillons de l'Huile contenus dans l'Eau, se transforment en Tourbillons d'Air; mais ces sortes de transformations d'un Tourbillon d'un Elément en un Tourbillon d'un autre, quoiqu'elles paroissent d'elles-mêmes assez possibles, demanderoient pourtant une plus longue explication.

La matière subtile de Descartes qui a été, comme ici, son 1<sup>er</sup> Elément, est celle qui par sa grande activité fait le feu. Quand le petit Corps pesant inflammable, c'est-à-dire, propre à être pénétré & en même temps agité par la matière subtile jusque dans ses plus petites parties, s'enflamme, toute la matière des environs s'en ressent jusqu'à une certaine distance, à cause de l'équilibre où sont toutes ses parties. Il y a alors

dans toute une certaine Sphere ce qu'on appelle chaleur. Il est clair qu'il y a aussi une rarefaction, une augmentation de volume.

Si l'agitation du petit Corps enflammé est assez grande pour ébranler aussi les Tourbillons du 2<sup>d</sup> Élément qui sont plus grands que ceux du 1<sup>er</sup>, & avec lesquels il n'est pas par lui-même en équilibre, c'est de la lumière, qui consiste dans des vibrations très-promptes causées par l'élasticité de ce 2<sup>d</sup> Élément. Ainsi il peut y avoir de la chaleur sans lumière, & à plus forte raison de la chaleur & de la lumière à la fois. Mais comme la chaleur demande de petites molécules d'Huile enflammées qui en enflamment d'autres de proche en proche, & qu'il ne s'en trouve pas par-tout, au lieu qu'il se trouve par-tout des Tourbillons du 2<sup>d</sup> Élément, il peut y avoir aussi de la lumière sans chaleur.

L'Atmosphère du Soleil est pleine de petits Tourbillons d'Huile enflammés les uns par les autres, & mêlés avec tant de violence, qu'ils ébranlent tout le 2<sup>d</sup> Élément beaucoup au de-là de Saturne, à une distance presque infinie. Mais hors de cette Atmosphère, où il y a lumière & chaleur, il ne se trouve plus d'Huile dans de très-grands espaces, qui n'ont par conséquent que de la lumière, & quand le grand ébranlement général est arrivé à la Terre, il y trouve des Tourbillons d'Huile qu'il enflamme, ce qui cause sur la Terre de la chaleur aussi-bien que de la lumière.

L'Eau se rarefie jusqu'à un certain point par la chaleur, après quoi, si la chaleur continuë ou augmente, la forme d'Eau ne subsiste plus, toutes les parties ont perdu leur union, tout se dissipe en vapeurs. L'Huile se dissipe de même à la fin, mais ce n'est que par un degré de chaleur beaucoup plus grand, & après avoir soutenu une rarefaction beaucoup plus grande, sans perdre la forme d'Huile. Cette différence vient de ce qu'il n'y a que l'Huile qui fasse la chaleur. L'Eau en contient toujours un peu, & quand elle a perdu ce qu'elle en avoit, elle ne s'échauffe plus. Ce qu'on appelle Huile a beaucoup plus de cette Huile élémentaire.

L'Air ou le 3<sup>me</sup> Elément est le Milieu du Son, le 2<sup>e</sup> Elément celui de la Lumière, le 1<sup>er</sup> celui de la Chaleur.

Avec cette Théorie, M. l'Abbé de Molieres entreprend l'explication des phénomènes particuliers de la Phisique, & de tout ce que la Chimie a de plus surprenant. On voit bien d'abord que ces Tourbillons en nombre infini, agités d'un mouvement inaltérable que la force centrifuge & l'élasticité renouvellent toujours dans le besoin, lui fournissent un fonds inépuisable pour tout ce qui peut arriver de plus violent & de plus subit, il ne sera jamais nécessaire de recourir à de nouvelles sources de mouvements que la Méchanique ne connoît point, & que la Raison ne peut adopter. On se passera même de toutes ces figures ou longues & roides, ou souples & pliantes, ou pointuës, ou percées de pores, ou tournées en lames de Ressort, &c. figures à la vérité Méchaniques, & très-intelligibles par elles-mêmes, mais purement gratuites, mais dont la première formation & la durée éternelle ne seroient pas sans difficulté. S'il y en a jamais eu de cette espece, qui ayent été, pour ainsi dire, légitimées par l'approbation unanime des Philosophes, ce sont certainement les figures longues, roides & pointuës des Acides; mais M. l'Abbé de Molieres fait voir très-aisément que de petits Tourbillons, d'une figure toute contraire, & nullement gratuite, feront le même effet pour les Dissolutions Chimiques. Ce seront de petits Forets, qui par leur mouvement en rond sur leur axe pénétreront tout. Et sans ce mouvement, une Bale de Moufquet qui est ronde, ne perce-t-elle pas bien? Nous nous contenterons de cet exemple. Il nous suffiroit de faire naître l'envie d'approfondir ces nouvelles idées. Leur simplicité & leur exacte liaison les en rendent dignes.

## OBSERVATIONS

## DE PHYSIQUE GENERALE.

## I.

L'ACADÉMIE a vû un jeune Païſan, nommé Noël Fichet, né le 19 Mars 1729 à Fresnay-le-Buſſard, Paroiſſe aux environs de Falaiſe en Normandie, remarquable par ſa taille & par une force bien au deſſus de l'âge de 7 ans qu'il avoit alors. Dès ſa première année ſa Mere ſ'apperçut qu'il avoit beaucoup crû, il crût enſuite d'un demi-pied par an juſqu'à ſa quatrième année, où il étoit parvenu à 3 pieds  $\frac{1}{2}$ . Des Charpentiers qui travailloient dans le Village, avoient eu la curioſité de le meſurer exactement, & enfin à l'Académie on l'a trouvé de 4 pieds 8 pouces 4 lignes étant ſans ſouliers.

Sa Mere lui vit dès l'âge de 2 ans, des ſignes d'une puberté très-précoce, qui acquit bien-tôt enſuite toute ſa perfection.

A l'âge de 4 ans il prenoit des Bottes de foin de 15 livres qu'il jettoit dans les Rateliers des Chevaux, & dans l'E'té de 1735 il jettoit dans un Chariot par deſſus ſa tête, des Gerbes de Bled peſant 25 livres, comme auroit pû faire un homme de 20 ans.

Sa Mere a eu avant lui quatre Enfants qui n'ont rien d'extraordinaire, & il n'étoit pas plus grand ni plus gros qu'eux quand il eſt venu au monde. S'il y a à cet égard quelque ſingularité dans ſa famille, c'eſt un Grand-Pere haut de 6 pieds, large, quarré, & d'une grande conformation, encore tout droit & très-robuſte à 70 ans.

Cet Enfant, déjà Homme par ſa force corporelle, n'eſt qu'un Enfant par ſon eſprit. Il ne l'a pas plus avancé que ſes pareils de ſon âge, & leurs petits jeux enfantins lui ſont autant de plaſir qu'à eux. On n'en ſera pas fort ſurpris ſi l'on fait réflexion que l'accroïſſement de l'eſprit conſiſte dans un nombre d'idées acquiſes par l'uſage & par l'expérience,

ce qui demande indispensablement un temps assés long, au lieu que l'accroissement du corps & l'augmentation de ses forces se fait par une addition continuelle de matière que quelques hafards singuliers peuvent rendre plus prompte & plus abondante. Un petit Païsan doit sortir plus tard de l'enfance de l'esprit, qu'un autre enfant à qui dans le même temps une bonne éducation fournit sans comparaison plus d'idées, & cependant combien de ces enfans bien élevés restent-ils toujours enfans !

## I I.

M. Geoffroy a appris de M. Pfilanderhielm, Suédois, que dans le Marquisat de Bareith près d'un endroit nommé *Oxenkopf*, & sur une Montagne appelée *Fichtelberg*, il se trouve une Ardoise différente des autres Ardoises qui sont auprès des Mines, particulièrement en ce qu'elle se fond au feu, & se convertit en Verre dans l'espace de six heures sans addition de Sels, ni d'aucune autre matière, telle que des Pirites, ou terres *calcaires*, que l'on employe ordinairement à cet usage. Elle a donc en elle-même les principes de sa fusibilité, & en effet on trouve qu'elle contient des matières de la nature de celles qu'on est obligé d'ajouter aux autres Ardoises. Celle-ci s'appelle *Knophstein*, Pierre à Boutons, parce que quand elle est en verre, on en fait des Boutons qui sont luisants & noirs. On en fait aussi des Manches à Couteaux, & de petits Pains orbiculaires dont on envoie une grande quantité en Hollande.

## I I I.

Le même M. Pfilanderhielm a vû en Italie & a rapporté à M. Geoffroy la manière aisée dont on se sert depuis peu pour tirer l'Huile de Petrole du Mont Ciaro, situé environ à 12 lieuës Italiennes de Plaïfance.

Il y a dans cette Montagne des Ardoises grises, couchées presque horisontalement, mêlées d'Argille, & d'une espece de Sélénite qui paroît d'une nature calcaire. On perce perpendiculairement ces Ardoises jusqu'à ce qu'on trouve l'eau, & alors le Pétrole qui étoit contenu entre les couches des Ardoises



Ardoises & dans leurs fentes, suinte & tombe sur l'eau de ces Puits qu'on a creusés. Quand il s'y en est assés amassé, comme au bout de huit jours, on le va prendre avec des Bassins de Cuivre jaune. Il est mêlé avec de l'eau, mais on voit bien qu'il est très-facile de l'en séparer.

Le Petrole se conserve fort bien sur l'eau dans ces Puits, au lieu que dans des Vaisseaux bouchés il ronge les Bouchons dont on se sert ordinairement, & s'évapore en grande partie.

Cette Huile est claire & blanche, au lieu que celle de Modene est jaune, & celle de Parme brune.

Elle est extrêmement inflammable.

Quand un Puits n'en fournit plus, on perce la Montagne en un autre endroit.

Comme on en tire plus que les Apotiquaires n'en consomment, on croit qu'on la pourroit employer à macérer & à durcir des Bois. Le Seigneur du Lieu en a déjà fait l'épreuve avec succès sur des Bois résineux, tels que le Pin & le Sapin.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires

L'Ecrit de M. de Reaumur sur les Etincelles produites par le choc de l'Acier contre un Caillou. V. les M. p. 391.

L'Ecrit du même sur la Comparaison des Observations du Thermometre en différents lieux de la Terre. p. 469.

Les Observations Météorologiques faites à Utrecht, p. 503. extraites par M. du Fay d'une Lettre de M. Musschenbroek.

Les Observations Météorologiques de M. Maraldi pour l'année 1736. p. 506.



*SUR LES CAUSES*

## QUI ARRESTENT LES HÉMORRAGIES

**O**N a vû que M. Petit le Chirurgien comptoit beau-  
sur le Caillot de Sang pour boucher les Arteres cou-  
& quelquefois celles qui ont été simplement ouvertes, (qu'il y ait en ce cas-là plus de difficulté. M. Morand croi-  
les changements qui arrivent aux Arteres, contribuent  
le Caillot à la cessation de l'Hémorragie, généralement  
tous les cas; & que s'il est possible que l'Artere seule  
Caillot seul suffisent, ce ne sera que fort rarement.

- Quand l'Artere sera vuide ou peu remplie de Sang s'affaîssera naturellement, s'applatira, & si les parois viennent à se toucher, elles se colleront ensemble, & la voilà fermée par elle-même. Si les parois ne s'approchent pas assez qu'en même temps il se forme un Caillot qui n'eût pas assez grand pour boucher le Vaisseau non rétréci, elles prendront entre elles, s'y colleront, & le Vaisseau se trouve bien fermé. Cette mécanique conviendra mieux à un Vaisseau & à une Hémorragie interne.

Ce n'est pas cependant qu'un gros Vaisseau ne puisse platir si bien que le cours du Sang en soit intercepté. Morand rapporte un fait singulier qui lui a passé par les mains. Un Païsan ayant reçu au bras un coup très-violent, n'avoit nulle pulsation sensible à ce bras-là au dessous du coup, on ne la sentoit qu'au dessus. M. Morand lui a sauvé ce bras, qui fut en grand danger d'être coupé, & le bras y revint peu-à-peu à mesure qu'il se guérissoit. L'artere s'étoit donc applatie par le coup dans le moment, & au lieu que le Sang, qui venoit du Cœur, ne pouvoit forcer

obstacle, & étoit obligé de continuer son cours par des branches ou petites Arteres collatérales, tandis que l'Artere principale, au de-là du coup, demeurait sans mouvement.

Si les parois de ce Vaisseau se sont collées si promptement, si parfaitement, malgré sa grosseur assez considérable, & sans aucun secours étranger, à plus forte raison le pourront-elles dans des cas plus favorables, qui sont ceux où M. Morand suppose cette action.

Mais ce n'est pas sur cela seul qu'il compte. Une Corde coupée se retire & s'accourcit dans ses deux parties, si elle étoit tendue auparavant, & cela d'autant plus qu'elle étoit plus tendue. Il en est de même d'une Artere coupée, & par la même raison. Ses fibres longitudinales se retirent & se raccourcissent, ce qui oblige les circulaires ou annulaires à se serrer davantage les unes contre les autres, & à former des anneaux d'une circonférence plus épaisse, & où le vuide du milieu est moindre. C'est-là ce qui reste de diametre à l'Artere, & par-là non seulement les parois plus approchées se peuvent plus aisément coller, mais un plus petit bouchon suffira pour fermer l'ouverture. Il se collera aux parois de part & d'autre par leurs surfaces intérieures. Il peut accélérer beaucoup l'opération, qui sans lui seroit tout au moins plus lente; comme le seroit aussi la réunion des parois seules qui ne rencontreroient pas de bouchon. Ici le temps est extrêmement précieux.

## OBSERVATION ANATOMIQUE.

**M** DE LA FAYE, Maître Chirurgien de Paris, a fait voir quelques Muscles surnuméraires qu'il a trouvés dans le Cadavre d'un Homme.

Ayant levé les Téguments communs de la Poitrine pour découvrir les Muscles grands Pectoraux, il a vu du côté gauche, & près du Sternum, un Muscle de figure ovale très-allongée, dont la partie la plus large & moyenne en situation

## 60 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

regardoit le Muscle grand Pectoral, & en couvroit même une partie. Les Fibres de ce Muscle, paralleles au Sternum, étoient rapprochées par les deux extrémités ; la supérieure étoit terminée par un Tendon assés long, attaché au Sternum par un point, & allant se confondre avec la partie tendineuse du Muscle Mastoïdien ; l'inférieure avoit une petite Aponevrose qui recouvroit presque tout le Cartilage de la sixième des Vrayes-Côtes, & se confondoit ensuite avec les Fibres du grand Oblique. Outre ces attaches principales, ce Muscle avoit encore trois petits Tendons qui l'attachoient à différents Cartilages des Côtes.

Le même Sujet avoit aussi sur le dos de chaque Main, le long du second Os du Métacarpe, un petit Muscle qui avoit son attache fixe à la partie inférieure du Radius, & qui, à quelque distance de cette attache, se divisoit en deux portions, terminées chacune par un Tendon. Un de ces Tendons, fort long, suivoit la direction du Tendon de l'Extenseur commun, & s'attachoit à la convexité de la dernière Phalange du Doigt du milieu, du côté de l'Annulaire ; l'autre beaucoup plus court, s'attachoit à la partie latérale de la première Phalange du même Doigt du milieu, du côté de l'Index. On conçoit bien mieux en cette matière ce qui manque que ce qui est de trop.

V. les M.  
p. 121.  
p. 244.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires  
La description de l'Œil du Hibou nommé *Ulula*,  
par M. Petit le Medecin.  
L'Écrit de M. Petit le Chirurgien sur l'Anevrisme.



## CHIMIE.

*SUR LES VITRIOLS ET SUR L'ALUN.*

ON a vû en 1735\* la différence que M. Lémery met entre les Vitriols & l'Alun. Un Acide est engagé ou dans un Métal, & c'est-là le Vitriol, différent selon le métal, ou dans une pure Terre blanche, & c'est l'Alun; on peut adjoûter, pour donner une idée plus complète, ou dans une matière grasse & huileuse, & c'est le Soufre commun; l'Acide est toujours le même dans ces trois Mixtes, & on ne l'appelle qu'Acide Vitriolique.

V. les M.  
p. 263.  
\* p. 264  
& suiv.

Pour reconnoître l'Alun d'avec le Vitriol, M. Lémery en faisoit un mélange avec l'Huile de Tartre. Aussi-tôt l'Alkali de cette liqueur alloit saisir l'Acide de l'Alun, ou en étoit saisi, & la Terre blanche abandonnée par son Acide se précipitoit. Elle indiquoit sûrement l'Alun, comme un précipité métallique auroit indiqué un Vitriol.

On a demandé à M. Lémery pourquoi il ne s'étoit pas servi d'un autre moyen très-simple & très-usité. On met un morceau d'Alun sur un Charbon ardent, il s'y gonfle, s'y boursouffle, & y laisse ensuite une marque blanche. Si ce n'étoit pas de l'Alun, cela n'arriveroit point, & on a prétendu même que les Sels blancs tirés des Vitriols par M. Lémery, & qu'il a cru être de l'Alun, n'en seront point, à moins qu'on ne s'en assure par cette épreuve. Voici ce que M. Lémery répond.

Il avoit quatre Aluns, le premier tiré de la Tête-morte de 6 livres d'Alun distillé; les trois autres des Têtes-mortes d'un Vitriol d'Angleterre, d'un Vitriol d'Allemagne & d'un Vitriol blanc naturel. Nous avons déjà parlé de ces mêmes Vitriols en 1735. Les deux premiers, selon l'ordre où nous

venons de les mettre, n'ont rien fait sur le Charbon ardent ils y sont demeurés immobiles, sans aucun gonflement. Les deux autres ont fait ce qu'on en attendoit. L'épreuve du Charbon est donc fautive, puisqu'elle manque quelquefois & elle a manqué justement sur celui des quatre Aluns qui étoit le plus incontestablement. L'Huile de Tartre, qui a manifesté son action sur tous les quatre, est bien à préférer.

Il est aisé de concevoir que le gonflement de l'Alun & le Charbon vient d'une matière aqueuse & visqueuse, qui peut-être, qui étant échauffée & rarefiée, fait effort pour s'échapper de la masse minérale où elle a été jusqu'à présent retenue, la soulève, l'agite en tous sens, en desunit les parties solides, & par-là donne lieu à l'Acide de quitter sa Terre. C'est cette Terre qui fait le résidu ou la marque blanche qu'on voit sur le Charbon. Mais cette matière liquide qui cause le gonflement, n'est pas essentielle à l'Alun, il n'est que son Acide & la Terre blanche qui le soient, du moment qu'une certaine dose précise de cette matière n'est certainement pas réglée, différents Aluns en contiendront plus ou moins & seront également Aluns, & ils contiendront plus ou moins de cette substance étrangère, non seulement par leur formation naturelle dans les entrailles de la Terre, mais par la calcination artificielle, qui quoique faite au même fourneau, au même feu, en même temps, les aura par différents accidents différemment affectés. Ainsi l'épreuve du Charbon qui n'a rien de sur rien d'essentiel à l'Alun, doit être extrêmement inférieure à celle de l'Huile de Tartre, dont l'action tombe sur ce qui fait l'essence de l'Alun.

La décomposition, qui se fait de ce Sel par le Charbon ardent, est très-facile, très-prompte & très-complète, on en est étonné quand on la compare à celle qui se fait par une opération ordinaire, où après avoir enlevé à l'Alun par un feu de Sable tout le flegme que l'on a pû, il faut le tenir pendant 72 heures à un feu de bois très-violent, pour n'en avoir encore que les deux tiers de décomposés. D'où peut venir cette prodigieuse différence ?

M. Lémery la rapporte à ce que la première de ces opérations se fait à l'air libre, & l'autre dans des Vaisseaux bien fermés. Afin que le feu qui agit sur un Corps, en fasse sortir les particules qui tendent alors à en sortir, il faut qu'elles trouvent où se loger, & que quelque autre matière leur cede sa place. Dans un Vaisseau fermé, le peu d'air qui y est, n'est nullement disposé à faire place aux évaporations qui sortiroient d'un Corps échauffé, il est indispensable premièrement qu'il occupe la sienne, & il n'en sçauroit changer ; de plus il est échauffé lui-même, & tend à occuper plus d'espace, & par-là repousse ce qui tend à sortir de ce Corps. Seulement il pourra arriver que les Vaisseaux ne soient pas exactement fermés, & l'évaporation en profitera un peu, ou bien il en sortira par leurs pores quelques particules plus fines que les parties naturelles de l'air, & qui ne laissoient pas d'être mêlées avec elles, & ce seront autant de vuides que l'évaporation remplira ; mais il est visible que même avec ces deux secours réunis, elle sera encore très-imparfaite & très-lente. Ce n'est pas la peine de dire ce qui doit arriver au contraire dans une opération à l'air libre.

Il y a encore quelque chose de plus pour celle du Charbon en particulier. Le Charbon est sulfureux, & il fournit à l'Alun qu'il porte, une Huile, qui, selon que M. Lémery le prouve par plusieurs exemples, aide beaucoup au dégagement & à la volatilisation des Acides.

Le raisonnement Physique, qui vient d'être fait sur les Vaisseaux fermés, a été confirmé par une espece de bonheur imprévu. On voyoit assez en général que l'épreuve du Charbon ardent ou devoit ou pouvoit être équivoque, le fait rapporté des quatre Aluns suffisoit ; mais on ne voyoit pas en particulier ce qui avoit déterminé deux d'entre eux plutôt que les deux autres à ne rien faire sur le Charbon. On pouvoit ne le pas chercher, mais on l'eût cherché, & on eût eu peut-être le malheur d'en trouver des raisons assez ingénieuses. La véritable est que les deux Cornues des Aluns qui n'ont rien fait sur le Charbon, furent selées assez considérablement.

par la violence du feu, les deux autres étant demeurées saines & entières. L'évaporation de la matière qui se gonfle, se fit dans les Cornuës fêlées, & non dans les autres. Ce n'est pourtant pas que les Aluns de ces deux dernières se gonflaient autant que s'ils n'avoient pas essuyé une aussi forte calcination.

Il a été dit en 1735 que l'Alun se décompose plus difficilement que le Vitriol, que de-là M. Lémery avoit tiré une Regle pour découvrir quelle étoit la quantité de ces deux différents Sels dans une masse composée des deux, comme le sont les Vitriols d'Angleterre & d'Allemagne, & de-là enfin les rapports qu'ils ont sur ce point, tant entre eux qu'avec l'Alun pur. Tout cela étoit fondé sur des décompositions faites de ces Corps dans des circonstances où une parfaite égalité étoit nécessaire, & M. Lémery croyoit bien l'y avoir mise. Mais il avouë que la circonstance des fêlures des deux Cornuës lui avoit échappé. La décomposition s'y est faite plutôt que dans les autres, en partie par cette raison sur laquelle il n'avoit pas compté. Tout son calcul est donc à corriger, & il le corrige, mais nous n'entrons point dans ce détail, l'important est la découverte, & encore plus l'aveu de la faute, si c'en est une.

Sur ce que M. Lémery avoit avancé, ainsi qu'on l'a vû, que le Vitriol blanc naturel étoit un composé de Vitriol vert & d'Alun, M. du Hamel lui avoit, non pas proprement objecté, mais plutôt représenté, que quand on fondoit ensemble, & qu'ensuite par l'évaporation on faisoit cristalliser du Vitriol vert & de l'Alun, les Cristaux de l'un & de l'autre de ces Sels ne se confondoient point, mais se tenoient séparés les uns des autres de façon qu'ils étoient aisés à distinguer, ce qui ne marquoit pas qu'ils eussent grande disposition à s'unir étroitement ensemble dans un même Mixte. Le fait étoit constant, & reconnu par M. Lémery.

Il est assez vraisemblable que la séparation des Cristaux vient de ce qu'ils ne sont pas formés précisément en même temps. L'Alun, qui est plus difficilement dissoluble que le  
Vitriol



Vitriol vert, parce que ses parties essentielles sont mieux liées, doit par la même raison être plus aisément & plus promptement cristallisable, parce que dès qu'il a perdu un peu de son humidité étrangère, ses parties ne demandent, pour ainsi dire, qu'à se resserrer encore. Mais il est constant d'ailleurs que quand le Vitriol blanc naturel a été fondu, dissous, évaporé, le Vitriol vert qu'il contient, & son Alun, ne se cristallisent qu'ensemble.

Il y a là quelque chose de fin, qui se cache encore, quelque différence de préparation dans les matières que l'on n'a pas remarquée, quelque alliage inconnu, &c. Mais que ne peut point la persévérance de l'Art, favorisée par les hasards même qu'elle saura mettre à profit?

### SUR LA BASE DU SEL MARIN.

UN des grands points dans les Sciences, c'est de bien sçavoir qu'on ne sçait pas ce qu'effectivement on ne sçait pas. Notre Siècle en est heureusement venu là. Quoiqu'il manque peu de chose à connoître sur un sujet, on n'en est pas moins curieux de rechercher ce peu, & on ne se fâte point de connoître suffisamment le tout. Les Chimistes sçavent tirer du Sel Marin son Acide, qui est l'Esprit de Sel, ils l'ont séparé de la Base qui le portoit, ils ont rompu l'union qui l'y attachoit; ils sçavent de plus transporter un autre Acide sur cette même Base, & si cet Acide est le Vitriolique, c'est-là le Sel de Glauber; si c'est l'Acide Nitreux, c'est ce qu'on appelle *Nitre quadrangulaire*; mais les Chimistes n'ont point vu cette Base du Sel Marin pure & exempte de tout Acide, ils ne sçavent point de quelle nature elle est; comme ils sçavent par leurs expériences que la Base de l'Alun est une Terre blanche, que celle du Vitriol vert est du Fer, celle du Vitriol bleu du Cuivre. Faute d'avoir cette Base du Sel, on ne le recompose, on ne le régénere point après l'avoir décomposé, & un Chimiste ne se croit le maître d'un Mixte

V. les M.  
p. 215.

que quand il peut à son gré le détruire & le reproduire, démolir l'Edifice, en avoir tous les matériaux, & le rebâtir.

Il est vrai que l'on sçait bien que la Base du Sel Marin est ou une Terre, ou quelque Alkali, & la différence en est si legere, que ce pourroit être une Terre Alkaline, mais enfin il vaut mieux sortir de cette indétermination, & pour acquérir ce nouveau degré de lumière qui manquoit, M. du Hamel s'est engagé dans un travail assés long & assés pénible.

Il en auroit été bien plutôt quitte, s'il avoit voulu prendre pour Base du Sel Marin une Terre blanche qui se précipite de la Solution du Sel ordinaire de Gabelle, quand on y verse de l'Huile de Tartre par défaillance. Mais il reconnoissoit que cette Terre n'avoit pas appartenu essentiellement au Sel, parce qu'elle étoit en trop petite quantité; parce qu'après sa précipitation il restoit encore beaucoup de très-beau Sel, non altéré, sur lequel même l'Huile de Tartre n'agissoit plus; parce qu'enfin avec cette Terre & l'Esprit de Sel, on ne régénéroit pas un Sel Marin. Cette Terre, sans être Base, avoit pourtant quelque rapport à ce Sel, elle y pouvoit être mêlée par quelque accident de sa formation, ce qui ne manque pas d'exemple, mais enfin elle n'étoit pas la Base qu'on cherchoit.

Quand on mêle une matière inflammable avec le Nitre, son Acide se dissipe à la moindre chaleur, & laisse sa Base nue & à découvert. Les matières inflammables, mêlées aussi avec le Vitriol, diminuent la force de l'union de son Acide avec sa Base, & en facilitent par conséquent la séparation. Sur ces exemples, M. du Hamel crut que de la poudre de Charbon ou de la limaille de Fer, pourroient être les intermedes qui lui seroient séparer l'Acide du Sel Marin d'avec sa Base, mais les espérances furent trompées. Il essaya les matières animales après les végétales ou minérales inflammables, parce qu'il y a apparence, selon d'habiles Chimistes, qu'une partie du Sel Marin qui entre dans les aliments de plusieurs Animaux, se décompose dans leurs corps, & s'y change en Sel Armoniac, mais il eut encore assés peu de succès.

Il imagina enfin le moyen qui devoit lui réussir, & payer

la persévérance, quoiqu'accompagné encore de plusieurs difficultés. Il commença par faire un Sel de Glauber, par transporter, selon la pratique connue, un Acide Vitriolique sur la Base du Sel Marin. Cet Acide, il falloit ensuite le chasser de-là, nulle distillation n'en eût eu le pouvoir, il n'y a point de feu assez violent pour séparer l'Acide Vitriolique d'un Sel Alkali auquel il s'est joint, mais il est constant que cet Acide se joint aussi très-aisément aux matières inflammables, & forme avec elles un Soufre commun. C'est ce qui fut exécuté par de la poudre de Charbon que M. du Hamel jeta sur son Sel de Glauber. L'Acide Vitriolique qui entroit dans la formation de ce Soufre, n'étoit pas pour cela séparé de la Base du Sel Marin, mais il étoit plus aisé d'en séparer le Soufre qui le contenoit, & en effet il fut précipité par du Vinaigre qu'on y versa, de sorte que la Base du Sel Marin resta chargée du seul Acide Végétal du Vinaigre, plus foible qu'un Acide Minéral, & d'autant plus aisé à chasser & à enlever, qu'il a beaucoup de matière huileuse. Ce ne fut pourtant pas sans avoir passé encore par des distillations & de fortes calcinations, que la Base du Sel Marin pût être jugée assez pure & assez exempte non seulement de tout Acide, mais même de tout Alkali volatil, car on en est plus sûr qu'il n'y sera pas resté d'Acide.

M. du Hamel a donné encore un autre tour à cette opération, qui étoit à peu-près la même, quant au fond. Au lieu de transporter d'abord sur la Base du Sel Marin un Acide Vitriolique, il y a transporté de l'Esprit de Nitre, ce qui fait, comme il a été dit, le Nitre quadrangulaire. Il a ensuite dissipé cet Esprit de Nitre en l'enflammant dans un Creuset rouge par de la poudre de Charbon, après quoi il lui est resté la même Base de Sel Marin qu'il avoit déjà eue.

Ce n'est pas une Terre, mais un vrai Sel qui se dissout aisément dans l'Eau. C'est un Sel qui se reconnoît sûrement pour Alkali par ses effets avec les Acides. Il ne se résout pas en liqueur à l'air, mais tombe en une poussière semblable à de la Farine. Il est très-frais, & un peu amer sur la langue.

## 68 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

Pour donner encore plus d'idée de ce Sel, en le rapportant à quelque chose de plus connu, M. du Hamel le compare & le trouve fort semblable au Natrum & au Sel de Soude ou Kali. Le Natrum est un Sel naturel d'Égypte, que l'on trouve toujours mêlé avec beaucoup de Sel Marin; il ne sera pas étonnant que dans les lieux où il se sera formé une grande quantité de ce Sel, il y ait par quelques accidents des Bases propres à recevoir des Acides, & qui n'en ayant pas reçu, ou qui après en avoir reçu, en ayant été dépouillées. Le Sel de Soude est tiré de la Soude ou Kali, Plante maritime, qui peut avoir été nourrie en partie de Sel Marin; dont il se fera fait une décomposition dans l'intérieur de ses Vaisseaux.

M. du Hamel avouë qu'après avoir travaillé à ce sujet avec d'autant plus de soin & d'ardeur qu'il le croyoit neuf, on l'a averti qu'il ne l'étoit pas. M. Stahl avoit déjà donné au Public la Base du Sel Marin, mais avec une brièveté si énigmatique, que l'on n'a pas eu grand tort, ou de ne pas entendre ce qu'il a dit, ou de n'y pas faire assez d'attention. Est-il donc si difficile d'abolir dans la Chimie l'ancienne habitude du mystère, ou seroit-ce plutôt que ce grand Chimiste a négligé de se faire valoir pour les lumières qu'il donnoit?

## SUR L'ANTIMOINE

ET SUR

### UN NOUVEAU PHOSPHORE DETONNANT.

V. les M.  
P. 414.

\* p. 52.  
& suiv.

**T**OUS les Préliminaires que demande ce que nous allons dire, ont été établis en 1734 \*. Il s'agit ici de la Méthode que M. Geoffroy a trouvée pour tirer de l'Antimoine beaucoup plus de Régule que par celles des illustres M<sup>rs</sup> Kunkel & Stahl, & pour le purifier sans addition de Sels, & avec peu de perte.

On a à Paris trois sortes d'Antimoine, celui d'une ancienne Mine d'Auvergne, celui d'une nouvelle Mine du même Pays, celui de Hongrie. Le premier est imparfait, mal dépuré,

& tant que la France n'en a pas produit d'autre, on devoit sans difficulté lui préférer celui de Hongrie, mais à présent celui-ci ne l'emporte pas sur l'Antimoine de la nouvelle fabrique d'Auvergne. M. Geoffroy a opéré sur tous les trois, & ç'a été incidemment un fruit de son travail que de les comparer bien exactement. Ce n'est pas la peine de dire que tout ce qui a été nécessaire & pour cette comparaison & pour toutes les autres plus essentielles, a été scrupuleusement observé, la même quantité d'Antimoine, la même durée d'opération, le même feu, les mêmes Vaisseaux, & jusqu'au même Artiste, & il est à remarquer sur l'Artiste, qu'il a fait presque de suite plus de 60 calcinations de 12 Onces d'Antimoine chacune sans en ressentir la moindre incommodité; ce qui prouve bien que les vapeurs de l'Antimoine ne contiennent pas de Soufre Arsenical, comme on le croit assés communément.

Une chose qui sert à reconnoître un meilleur Antimoine, c'est qu'à la calcination il perd plus de son poids. Il a plus de Soufre que le feu enleve, & moins de terre grossière & inutile, moins de *Gangue* qui résisteroit au feu.

On a vû en 1734 que le Soufre contenu naturellement dans l'Antimoine, lui est nécessaire pour le rendre émétique, mais qu'il ne lui en faut qu'une certaine dose, au dessus de laquelle sa vertu diminueroit ou même cesseroit. M. Geoffroy a trouvé par ses expériences que pour mettre cette vertu à son plus haut point de perfection, il falloit d'abord ôter à ce Minéral tout ce qu'il peut perdre de son Soufre, par une bonne calcination de 10 heures. Plus cette Chaux que l'on a est divisée en parties fines, mieux l'Antimoine est *désulfuré*, ce n'est presque plus que du métal, qu'un régule, mais aussi cette matière est trop dépouillée du principe inflammable qui fait son activité, & de plus elle est sous une forme peu commode pour l'usage. Il est donc question de la *réduire*, c'est-à-dire, de trouver un fondant qui lui rende une quantité de Soufre convenable, & en même temps fasse un Liquide, dans lequel toutes les parties régulines de la Chaux se

précipitent par leur pesanteur, moyennant quoi elles tombent toutes au fond du Vaisseau, & seront ensuite aisées à réunir par la fonte en une même masse. Adjoûtons qu'on se propose toujours de ménager l'Antimoine, & d'en perdre le moins qu'il se puisse.

M. Geoffroy essaya de différentes matières, de celles qu'avoient employées M<sup>rs</sup> Kunkel & Stahl, des Huiles, des Graisses, du Nitre, du Tartre rouge, du Savon Blanc, du Noir, & enfin le résultat de toutes les expériences le détermina pour le Savon noir. Il est fait d'une Lessive forte de Potasse, & de Chaux vive unie par ébullition à quelque Huile.

Mais pourquoi ne mêler ce Savon qu'avec l'Antimoine calciné à grand feu, & non pas avec l'Antimoine crud, réduit seulement en poudre très-fine ? Ce seroit une opération épargnée. M. Geoffroy qui se fait cette objection, y répond par l'expérience, qui prouve décisivement qu'entre ces deux différents procédés le sien est celui qui fournit le plus de Régule. C'est par celui-là certainement qu'il se sera évaporé le plus de Soufre, & en général il résulte de toutes les opérations de M. Geoffroy, qu'il y a dans l'Antimoine beaucoup de Soufre inutile, & même nuisible à l'éméticité, & en plus grande quantité que lui-même n'avoit cru jusque-là.

Il décrit la manière dont il conduit le mélange de Chaux d'Antimoine & de Savon noir, mis dans un Creuset sur le feu. Il évite sur-tout de donner d'abord le feu trop vif, de peur qu'il ne se dissipât en fumée des parties régulines, qui à cause de leur extrême finesse sont plus aisées à enlever. L'opération finie, on trouve dans le Creuset refroidi une espèce de croûte ou glace de *Scories* qui surmante un culot de Régule bien rassemblé, dont le fond du Creuset est rempli. C'est-là ce que l'on demandoit.

Les *Scories* sont une espèce de Verre noir, compacte, qui se fond à la Bougie comme un Bitume, & ne s'humecte point à l'Air. Il paroît assés que c'est l'Huile du Savon brûlée qui s'est unie à l'Acide du Soufre de l'Antimoine, & en même temps une vitrification de quelque terre produite par

les Sels du Savon. Cette vitrification enveloppe le Bitume qui s'est formé, elle est un Email qui le préserve de l'humidité de l'Air. Pendant que tout étoit en fusion, les parties régulines de l'Antimoine, plus pesantes que la matière des Scories, l'ont traversée en descendant au fond du Vaisseau.

Cependant ce Culot de Régule n'est pas assés compacte pour être parfaitement pur, & il n'est guere possible qu'il le soit. On ne prétend pas parler des Scories adhérentes à sa surface, il seroit aisé de les en détacher, elles lui sont étrangères, mais il doit en avoir d'autres qui entrent dans sa propre substance, & qui en fassent partie. Comment dans une violente fusion auroit-il pû se faire une séparation si exacte de tout ce qui étoit Régule d'avec ce qui ne l'étoit pas ? il faut donc encore purifier le Culot.

Pour cela M. Geoffroy a imaginé un moyen qu'il croit entièrement nouveau, c'est de fondre une seconde fois ce Culot avec de nouvelle Chaux d'Antimoine. La première Chaux avoit déjà changé en Scories la plus grande partie des impuretés de l'Antimoine, celle-ci fera le même effet sur ce qui en reste, & elle le fait réellement, ainsi qu'on le juge par la diminution du poids du Culot qui marque qu'elle a agi en lui enlevant quelques parties.

Ici il se présente une difficulté assés considérable. La Chaux peut avoir agi, & en réduisant en Scories les impuretés du Régule, & en lui adjoûtant de nouvelles parties régulines, ce qui seroit très-vraisemblable, puisqu'elle n'est elle-même que de l'Antimoine. Mais M. Geoffroy ayant substitué à la Chaux d'Antimoine d'autres matières, comme du Cristal factice mis en poudre, un Sel Alkali, a trouvé qu'à la fin de l'opération il avoit plus de Régule que s'il eût employé la Chaux. Donc la Chaux n'agit pas en adjoûtant des parties régulines, mais seulement en purifiant.

Par tant d'opérations délicates, accompagnées de réflexions qui ne l'étoient pas moins, M. Geoffroy est parvenu à retirer d'une Livre d'Antimoine deux Onces de Régule de plus que M<sup>rs</sup> Kunkel & Stahl. Il a vû aussi que ce Minéral ne

perd au plus que 3 Onces 5 Gros de Soufre comme brûlant, & par conséquent en contient bien moins qu'il croyoit. L'éméticité du Régule demande qu'il ait tout un Soufre, mais plus fixe, plus solide, & qu'on appelle quelquefois *métallique*.

Nous ne nous arrêterons qu'à la plus remarquable observations curieuses qui se sont présentées à M. Ge dans le cours de son travail. Il vouloit réduire par son noir un Antimoine *diaphorétique* qu'il avoit fait de deux parties de Régule, & de trois de Nitre, & au lieu de la réduction qu'il cherchoit, & qu'il manqua, ses opérations lui firent un Phosphore auquel il ne pensoit pas, une machine qui après avoir été fort tranquille, tandis qu'elle avoit été enfermée, s'enflammoit avec une grande détonation dès qu'il l'exposoit à l'Air, & dardoit de toutes parts une pluie de feu. On voit assez que l'on a ici tous les matériaux nécessaires pour ce phénomène, du Nitre, du Charbon fourni par le Savon noir brûlé, des Soufres tant de ce Savon que du Régule d'Antimoine, & jusqu'à de la Chaux qui aura la même vertu que celle du Savon mieux calcinée, ou quelque Terre qui n'en étoit pas encore. Il est aisé de concevoir que tous ces A viennent à s'accorder ensemble pour une action violente, mais qu'une cause aussi légère en apparence que le seul écoulement de l'Air les y détermine tout d'un coup après leur long repos, c'est une merveille dont on aura toujours d'être surpris, si l'on veut, même après tout ce qui a été dit pour l'expliquer.

V. les M.  
p. 23.

p. 167.

Nous renvoyons entièrement aux Mémoires Les Conjectures de M. Hellot sur la Couleur des Vapeurs de l'Esprit de Nitre & de l'Eau forte.

La Manière de purifier le Plomb & l'Argent alliés l'Etain, par M. Grosse.







## BOTANIQUE.

## SUR LA SENSITIVE.

**L**A Sensitive est une Plante fort connue par la propriété qu'elle a de donner des signes de sensibilité & presque de vie, quand on la touche. Mais on s'en tient assés à cette connoissance générale, on n'a pas trop la curiosité d'aller voir cette merveille dans les Jardins où elle se trouve, & les Philosophes même, si on en excepte M. Hook, sçavant Anglois, l'ont communément négligée. Cela, loin d'empêcher M<sup>rs</sup> du Fay & du Hamel d'en faire une étude particulière, les y a invités. Ils ont fait leurs observations de concert & séparément : de concert, afin d'agir dans les mêmes vûës, & par rapport aux mêmes éclaircissements qu'ils cherchoient ; séparément, afin de ne se faire tomber l'un l'autre dans aucune erreur, & au contraire de se corriger mutuellement quand il le faudroit. Comme ils n'ont point fait de partage entre eux, nous n'en ferons point non plus, & tout ce que nous allons dire sur leur travail appartiendra également aux deux ensemble.

V. la M.

p. 87.

D'une grosse Branche de la Sensitive partent des Rameaux moindres que cette Branche, & de ces Rameaux partent d'autres rameaux moindres, qu'on appelle, pour les en distinguer, des *Côtes feuillées*, parce qu'ils ne sont guere plus gros que les Côtes ou les grosses nervûres de grosses feuilles, & que d'ailleurs ce sont eux qui portent les feuilles de la Sensitive, attachées chacune par un pédicule. Ces Côtes feuillées sont sur chaque Rameau au nombre de deux opposées l'une à l'autre, ou de quatre ayant chacune son opposée.

Plusieurs Plantes, telles que les Cassies, les Cassies, ont cette même disposition de feuilles par paires sur une Côte, &c

Hist. 1736.

K

elles ferment ces feuilles le soir , & les rouvrent le matin , comme la Sensitive fait aussi les siennes. Ce n'est pas ce mouvement périodique qui fait le merveilleux de la Sensitive , il lui seroit commun avec d'autres Plantes , c'est ce même mouvement en tant qu'il n'est point périodique & naturel , mais accidentel en quelque sorte , parce que l'on n'a qu'à toucher la Sensitive pour lui faire fermer ses feuilles , qu'elle rouvre ensuite naturellement. C'est ce qui lui est particulier , & lui a fait donner le nom de *Mimosa*, *imitatrice* d'un Animal qu'on auroit incommodé ou effrayé en le touchant. Mais ce mouvement est beaucoup plus étendu & plus considérable que nous ne disons encore , & il a un grand nombre de circonstances dignes d'attention. Nous allons donner en abrégé les principaux faits qui résultent des observations des deux Académiciens.

Il est difficile de toucher une feuille d'une Sensitive vigoureuse & bien saine si légèrement & si délicatement qu'elle ne le sente pas , & ne se ferme. Sa plus grosse nervûre étant prise pour son milieu , c'est sur ce milieu comme sur une Charnière que ses deux moitiés se meuvent en s'approchant l'une de l'autre jusqu'à ce qu'elles se soient appliquées l'une contre l'autre exactement. Si l'attouchement a été un peu fort , la feuille opposée & de la même paire en fait autant par une espece de simpatie.

Quand une feuille se ferme , non seulement ses deux moitiés vont l'une vers l'autre , mais en même temps le pédicule de la feuille va vers la Côte feuillée d'où il sort , & fait avec elle un moindre angle qu'il ne faisoit auparavant , & s'en rapproche plus ou moins. Le mouvement total de la feuille est donc composé de celui-là & du sien propre.

Si l'attouchement a été plus fort , toutes les feuilles de la même Côte s'en ressentent , & se ferment. A un plus grand degré de force , la Côte elle-même s'en ressent , & se ferme à la manière , c'est-à-dire , se rapproche du Rameau d'où elle sort , & enfin la force de l'attouchement peut être telle , qu'aux mouvements précédents s'ajoutera encore celui par

lequel les Rameaux se rapprocheront de la grosse Branche d'où ils sortent, & toute la Plante paroîtra se vouloir réduire en un faisceau long & étroit, & s'y réduira jusqu'à un certain point.

Le mouvement qui fait le plus grand effet, est une espece de secousse.

Trois des mouvements de la Plante se font sur autant d'articulations sensibles, le 1<sup>er</sup> sur l'articulation du pédicule de la feuille avec la Côte feuillée, le 2<sup>d</sup> sur l'articulation de cette Côte avec son Rameau, le 3<sup>me</sup> sur celle du Rameau avec la grosse Branche. Un 4<sup>me</sup> mouvement, le premier de tous, celui par lequel la feuille se plie & se ferme, doit se faire aussi sur une espece d'articulation qui sera au milieu de la feuille, mais sans être aussi sensible que les autres.

Ces mouvements sont indépendants les uns des autres, & si indépendants, que quoiqu'il semble que quand un Rameau se plie ou se ferme, à plus forte raison les feuilles se plieront & se fermeront, il est cependant possible de toucher le Rameau si délicatement que lui seul recevra une impression de mouvement. Mais il faut de plus que le Rameau en se pliant, n'aille pas porter ses feuilles contre quelque autre partie de la Plante, car dès qu'elles en seroient touchées, elles s'en ressentiroient.

Le Vent & la Pluie font fermer la Sensitive par l'agitation qu'ils lui causent ; une pluie douce & fine n'y fait rien.

Les parties de la Plante qui ont reçu du mouvement, & qui se sont fermées chacune à sa manière, se rouvrent ensuite d'elles-mêmes, & se rétablissent dans leur premier état. Le temps nécessaire pour ce rétablissement est inégal suivant différentes circonstances, la vigueur de la Plante, la Saison, l'heure du jour. Quelquefois il faut 30 Minutes, quelquefois moins de 10. L'ordre dans lequel se fait le rétablissement varie aussi, quelquefois il commence par les feuilles ou les Côtes feuillées, quelquefois par les Rameaux, bien entendu qu'alors toute la Plante a été en mouvement.

Si l'on veut se faire une idée, quoique fort vague & fort

superficielle, de la cause des mouvements que nous avons décrits, il paroîtra qu'ils s'exécutent sur des especes de Charnières très-déliées, qui communiquent ensemble par de petites cordes extrêmement fines qui les tirent & les font jouer dès qu'elles sont suffisamment ébranlées. Et ce qui le confirme assés, c'est que des feuilles fanées, & prêtes à mourir, sont encore sensibles, elles n'ont plus de suc nourricier, plus de parenchime, plus de chair, mais elles ont conservé leur charpente solide, ce petit appareil & cette disposition particulière de cordages qui fait tout leur jeu.

Ces mouvements que nous avons appelés accidentels, parce qu'ils peuvent être imprimés à la Plante par une cause étrangere visible, ne laissent pas d'être naturels aussi, comme nous l'avons dit d'abord; ils accompagnent celui par lequel elle se ferme naturellement le soir, & se rouvre le matin, mais ils sont ordinairement plus foibles que quand ils sont accidentels. La cause étrangere peut être dès qu'elle le veut, & est presque toujours plus forte que la cause naturelle. Nous allons rapporter maintenant les principales circonstances du mouvement total naturel de la Sensitive.

\* P. 35.

Il a été dit en 1729\* que dans un lieu obscur, & d'une température assés uniforme, elle ne laisse pas d'avoir le mouvement périodique de se fermer le soir & de se rouvrir le matin. Cela n'est pas conforme aux observations de M<sup>rs</sup> du Fay & du Hamel. Un Pot de Sensitive étant porté au mois d'Août dans une Cave plus obscure & d'une température plus égale que le lieu des observations de 1729, la Plante se ferma à la vérité, mais ce fut, selon toutes les apparences, par le mouvement du transport, elle se rouvrit le lendemain au matin au bout de 24 heures à peu-près, & demeura près de trois jours continuellement ouverte, quoiqu'un peu moins que dans son état naturel. Elle fut reportée à l'air libre, où elle se tint encore ouverte pendant la première nuit qu'elle y passa, après quoi elle se remit dans sa regle ordinaire, sans avoir été aucunement affoiblie par le temps de ce dérèglement forcé, sans avoir été pendant tout ce temps-là que très-peu moins sensible.

De cette expérience, qui n'a pas été la seule, il suit que ce n'est point la clarté du jour, qui ouvre la Sensitive, ni l'obscurité de la nuit qui la ferme. Ce ne sont pas non plus le chaud & le froid alternatifs du jour & de la nuit, elle se ferme pendant des nuits plus chaudes que les jours où elle avoit été ouverte. Dans un lieu qu'on aura fort échauffé, & où le Thermometre apporté de dehors hausse très-promptement, & d'un grand nombre de degrés, elle ne s'en ferme pas plus tard qu'elle n'eût fait à l'air libre, peut-être même plutôt, d'où l'on pourroit soupçonner que c'est le grand & soudain changement de température d'air qui agit sur elle; & ce qui aideroit à le croire, c'est que si on leve une Cloche de verre, où elle étoit bien exposée au Soleil & bien échauffée, elle se ferme presque dans le moment à un air moins chaud.

Cependant il faut que le chaud & le froid contribuent de quelque chose par eux-mêmes à son mouvement alternatif. Elle est certainement moins sensible, plus paresseuse en Hiver qu'en Été. Elle se ressent de l'Hiver même dans de bonnes Serres, où elle fait ses fonctions avec moins de vivacité.

Le grand chaud, celui de Midi des jours bien ardents, lui fait presque le même effet que le froid, elle se ferme ordinairement un peu. Le bon temps pour l'observer est sur les 9 heures du matin d'un jour bien chaud, & le Soleil étant un peu couvert.

Un Rameau coupé & détaché de la Plante, continué encore à se fermer, soit quand on le touche, soit à l'approche de la nuit; il se rouvre ensuite. Il a quelque analogie avec ces parties d'Animaux retranchées qui se meuvent encore. Il conservera plus long-temps sa vie; s'il trempe dans l'eau par un bout.

La nuit, lorsque la Sensitive est fermée, & qu'il n'y a que ses feuilles qui le soient, si on les touche, les Côtes feuillées & les Rameaux se ferment, se plient comme ils eussent fait pendant le jour, & quelquefois avec plus de force.

Il n'importe avec quel corps on touche la Plante. Il y a sur les articulations des feuilles un petit endroit reconnoissable.

78 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
à sa couleur blancheâtre, où il paroît que réside sa plus grande sensibilité.

La Sensitive plongée dans l'eau, ferme ses feuilles & par l'attouchement & par le froid de l'eau. Ensuite elle les rouvre, & si en cet état on les touche, elles se referment, comme elles eussent fait à l'air, mais non pas avec tant de vivacité. Il en va de même des Rameaux. Du jour au lendemain la Plante se rétablit dans le même état que si elle n'avoit pas été tirée de son Élément naturel.

Si on brûle ou avec une Bougie, ou avec un Miroir ardent, ou avec une Pince chaude, l'extrémité d'une feuille, elle se ferme aussi-tôt, & dans le même moment son opposée, après quoi toute la Côte feuillée, & les autres Côtes, & même le Rameau, & même les autres Rameaux de la Branche en font autant, si l'impression de la brûlure a été assez forte, & selon qu'elle l'a été plus ou moins. Cela marque une communication, une correspondance bien fine & bien étroite entre les parties de la Plante. On pourroit croire que la chaleur les a toutes frappées, mais on peut faire en sorte qu'elle ne frappe que l'extrémité de la feuille brûlée, on fera passer l'action du feu par un petit trou étroit d'une plaque solide, qui en garantira tout le reste de la Plante, & l'effet sera presque entièrement le même.

Une goutte d'Eau-forte étant mise sur une feuille, assez adroitement pour ne la pas ébranler, la Sensitive ne s'en apperçoit point, jusqu'à ce que l'Eau-forte ait commencé à ronger la feuille; alors toutes celles du Rameau se ferment. La vapeur du Soufre brûlant fait dans le moment cet effet sur un grand nombre de feuilles, selon qu'elles y sont plus ou moins exposées. La Plante ne paroît pas avoir souffert de cette expérience. Une Bouteille d'Esprit de Vitriol très-sulfureux & très-volatil, placée sous une Branche, n'a causé aucun mouvement. Il n'y en a eu non plus aucun, ni aucune altération à la Plante, quand les feuilles ont été frottées d'Esprit de Vin, ni même quand elles l'ont été d'Huile d'Amande douce, quoique cette Huile agisse si fortement sur plusieurs Plantes qu'elle les fait périr.

Un Rameau dont on avoit coupé, mais avec la dextérité requise, les trois quarts du diametre, ne laissa pas de faire sur le champ son jeu ordinaire, il se plia, ses feuilles se fermerent, & puis se rouvrirent, & il conserva dans la suite toute sa sensibilité. Il est pourtant difficile de concevoir qu'une si grande blessure ne lui ait point fait de mal.

La transpiration de la Plante empêchée ou diminuée par une Cloche de verre dont elle sera couverte, ne nuit point à son mouvement périodique.

Il est troublé, dérégé par le Vuide de la Machine Pneumatique, mais non pas anéanti, la Plante tombe en langueur, comme toute autre y tomberoit.

Voilà seulement les principaux phénomènes de la Sensitive. Il y en a peut-être d'autres aussi importants encore inconnus, mais quand on les connoitra tous, les expliquera-t-on?

**M** Marchant a lû la description  
Du *Petasites major & vulgaris*. C. B. Pin. 197.  
Petasite ou Herbe aux Teigneux.

Et du *Ranunculus fœniculaceis foliis, Hellebori nigri radice*.  
H. R. Monspel. *Helleborus niger tenuifolius Buphtalmi flore*.  
C. B. Pin. 186.





## G E O M E T R I E.

---

*SUR LA PRATIQUE DE MESURER  
PAR DES TRIANGLES.*

V. les M.  
p. 64.

\* p. 66.  
& suiv.

Nous avons déjà beaucoup parlé de cette Pratique, à l'occasion de tous les travaux entrepris par l'Académie pour déterminer la grandeur & la figure de la Terre. Sur-tout en 1721 \* nous sommes entrés dans les principaux détails de ce que demande la perfection de ces sortes d'opérations. Ici il s'agit d'une perfection encore plus grande, c'est le fruit des réflexions de M. Cassini de Thury dans les deux Voyages qu'il avoit déjà faits avec M. son Pere & quelques autres Académiciens, pour tirer par l'Observatoire de Paris un perpendiculaire à la Méridienne de Paris, & lorsqu'il se préparoit à aller tirer encore par Orléans une autre perpendiculaire à cette même Méridienne. Nous ne pouvons pas approfondir cette matière autant qu'a fait M. de Thury, nous nous bornerons à un exemple où il entre plus de Théorie que de détail de Pratique.

Il faut prendre des Angles avec la plus grande justesse possible. Cela dépend de l'exactitude avec laquelle l'Instrument dont on se servira aura été divisé en degrés ou parties égales, car s'il n'y a pas entre ces parties une égalité parfaite, on se trompera en comptant pour Angles égaux ceux qui en auront un nombre égal, ou au contraire.

Pour voir si l'Instrument a cette exactitude requise, on prend à l'Horison un nombre quelconque d'Angles qui en fassent le tour entier; si la somme des degrés de tous ces Angles, pris chacun en particulier, fait 360 juste, ou à très-peu-près, on compte l'Instrument pour bien divisé, parce qu'en effet, quand il le sera bien, cela se trouvera. Mais cela peut



peut se trouver aussi sans qu'il le soit ; certaines divisions particulières, & par conséquent certains Angles seront trop grands précisément de la même quantité dont d'autres seront trop petits, la somme des Angles sera juste, & les Angles particuliers, qui sont cependant ceux dont il s'agissoit, ne le seront pas.

Mais ce n'est pas là le plus grand inconvénient, cette méthode suppose que tous ces Objets vûs à l'Horison, & dont on a pris les Angles, soient à la même hauteur sur l'Horison, & c'est ce qui ne peut être que très-rarement, & ce que même on ne sçauroit pas. M. de Thury croit qu'on n'a pas fait assez d'attention à ce cas-là, & nous allons nous y arrêter uniquement.

Il a été dit en 1721 qu'une Méridienne, telle que celle qu'on a tracée dans toute l'étendue de la France, devoit être une ligne toujours horisontale, & par conséquent tous les Angles qu'on sera obligé de prendre sur des Objets ou plus hauts ou plus bas que le Plan horisontal, devront être rapportés sur ce Plan, & ce ne seront pas les Angles *observés* au dessus ou au dessous de l'Horison, mais les Angles *réduits* à l'Horison, dont les bases feront partie de la Ligne totale que l'on tracera. Si l'on conçoit un triangle *visuel*, dont l'angle du sommet étant à un point d'un plan Horisontal où est l'Observateur, les deux côtés qui le comprennent, vont aux sommets de deux Pyramides, cet angle sera l'angle observé. Mais ce triangle visuel n'est pas dans le plan horisontal, & si l'on veut en avoir un qui y soit avec le moindre changement possible, il faut du même point où étoit l'Observateur, tirer deux lignes aux deux bases des Pyramides, l'angle qu'elles comprendront sera le premier angle réduit à l'Horison. Et en général les Objets observés étant au dessus de l'Horison, ce seront les deux perpendiculaires tirées de ces Objets sur le plan horisontal, comme ici les Axes des deux Pyramides, qui détermineront sur ce plan deux points d'où les lignes tirées au point où est l'Observateur comprendront l'angle réduit. Ce seroit parfaitement la même chose, si les Pyramides étoient

82 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
au deffous de l'Horifon, mais on les imagine plus naturel-  
lement au deffus.

Le Triangle vifuel obfervé eft, pour ainfi dire, tout en l'air par rapport au plan horifontal, & n'a de commun avec lui que le point d'où il part. Sa bafe eft toujours la diftance des deux Piramides entre elles. Supposons qu'elles foient d'une hauteur égale, mais indéterminée, & que le Triangle toujours terminé à leurs fommets, s'éleve fur le plan horifontal, fes deux côtés croiffant autant qu'il eft néceffaire. Il eft certain que puifqu'ils croiffent, & que la bafe ou la diftance des Piramides entre elles, eft toujours la même, l'angle du fommet devient plus petit, ce qui paroîtra bien encore, en ce que fi les Piramides étoient infiniment hautes, les deux côtés du Triangle feroient infinis auffi, & l'angle qu'ils comprendroient, ou l'angle du fommet, n'ayant qu'une bafe finie, feroit infiniment petit. Or cet angle du fommet eft l'angle obfervé qui varie toujours, & auquel répond toujours le même angle réduit, qui eft entièrement dans le plan horifontal, donc ici l'angle réduit fera toujours plus grand que l'angle obfervé.

Il eft vifible que cette conclufion eft indépendante de l'éloignement de l'Obfervateur aux Objets, & de la diftance des Piramides entre elles, & l'on pourroit s'en affûrer, fi on vouloit, en portant ces grandeurs dans l'Infini. Il eft vifible auffi qu'il n'importe que les Objets obfervés foient élevés ou abaiffés par rapport au plan horifontal.

Mais il n'en eft pas de même de leur égalité d'élévation ou d'abaiffement, on va voir quel changement elle apporte fi elle cefle. Laiffons une des Piramides infiniment haute, & que l'autre foit devenue nulle, ou un point du plan horifontal. Les deux lignes tirées de l'œil de l'Obfervateur, l'une à la Piramide nulle, l'autre à la bafe de l'infinie, feront un angle dont la bafe fera la diftance finie des bafes des deux Piramides, & par conféquent la diftance de l'Obfervateur aux bafes des Piramides étant toujours finie auffi, cet angle fera fini. Or cet angle eft l'angle réduit correspondant à l'angle obfervé,

qui compris entre la Piramide nulle & le sommet de l'infinie, aura par conséquent pour un de ses côtés la ligne tirée dans le plan horizontal de l'Observateur à la Piramide nulle, & pour l'autre côté la ligne tirée du même point au sommet de la Piramide infinie. Selon la Géométrie de l'Infini, cette ligne est parallèle à l'axe de cette Piramide, parce que la distance finie de l'Observateur à la base de la Piramide, qui seule empêche le parallélisme exact, n'est à compter pour rien par rapport à l'élévation. Donc l'angle observé est compris entre une ligne horizontale & une verticale, donc il est droit, & il est aisé de voir qu'il le sera toujours nécessairement, quel que soit l'angle réduit.

Donc en les comparant ensemble, on trouve que l'angle observé est plus petit que le réduit, si le réduit est obtus, égal si le réduit est droit, plus grand si le réduit est aigu. Et quand de l'hypothèse présente où l'Infini entre, on passera dans le Fini, les deux angles différeront d'autant plus entre eux que les hauteurs des Objets observés seront plus inégales.

Il n'en faut pas davantage pour le dessein que nous avons eu de donner précisément les principes généraux de la comparaison des angles observés & des réduits. Car leur différence en tant que les observés sont ensuite réduits, ne vient que des hauteurs, & nullement de la distance de l'Observateur aux Objets, ni de celle des Objets entre eux, ces principes étant communs de part & d'autre.

On s'est donc trompé, ou plutôt on a cru pouvoir se tromper impunément, lorsque dans la pratique des Mesures par les Triangles on a pris les Objets élevés ou abaissés sur l'Horison comme également élevés ou abaissés. Il est vrai qu'il n'y a qu'une certaine différence d'élévation ou d'abaissement qui puisse causer une erreur sensible, mais cette différence peut se rencontrer, & même de plus grandes. M. de Thury a construit des Tables qui enseigneront pour chaque cas le péril que l'on court, l'erreur où l'on pourroit tomber, & si on est en droit de n'en pas tenir compte. Il lui en a

84 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
coûté de longs & d'ennuyeux Calculs, mais la précision  
rigoureuse devient tous les jours d'un plus grand prix.

---

Cette année M. de Cury, dont nous avons déjà parlé, présenta à l'Académie un nouveau Mémoire de Géométrie. Euclide a dit que dans l'angle de contingence formé entre la Tangente d'un Cercle & sa circonférence, il ne pouvoit passer aucune droite, mais seulement des circonférences de Cercles plus grands que le donné. Il a été démontré dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*, que c'étoit-là une erreur, & qu'il ne passoit réellement dans l'angle de contingence aucune circonférence de Cercle. Mais il restoit incertain si quelque autre circonférence de Courbe n'y pourroit pas passer, & M. de Cury a prouvé que la proposition étoit absolument générale. L'Académie a jugé qu'il avoit une connoissance assez étendue des principes de la Géométrie de l'Infini, & des Calculs qui s'y rapportent.



# ASTRONOMIE.

## *SUR LA DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR DU POLE*

### *INDEPENDAMMENT DES REFRACTIONS.*

**T**OUT le monde sçait combien il est commun dans les recherches d'Astronomie que les hauteurs du Pole des lieux où l'on a observé en soient un élément nécessaire, & combien les Réfractions empêchent que l'on n'en puisse avoir une connoissance exacte. Elles sont différentes en différents climats, inégales selon les différentes hauteurs des Objets sur l'Horison, quelquefois selon les différentes heures du jour, quelquefois tout-à-fait irrégulières. La méthode la plus naturelle pour la détermination de la hauteur du Pole, & c'est aussi presque la seule en usage, est de prendre les deux hauteurs Méridiennes de quelque Etoile *circumpolaire*, dont la différence coupée par la moitié donneroit sûrement le point du Pole & sa hauteur sur l'Horison, si ces deux hauteurs de l'Etoile étoient les vraies, mais elles ne le sont pas, elles sont toutes deux altérées par les Réfractions qui les font paroître trop grandes, & la moindre des deux encore plus augmentée, parce qu'elle est plus voisine de l'Horison. Des observations faites au Zénit seroient certainement hors de la portée des Réfractions, & par cette raison M. Maraldi propose une Méthode qui ne demande que des observations de cette espece.

V. les M.  
p. 43.

Les Azimuths sont de grands Cercles de la Sphere, qui partant tous du Zénit de chaque Lieu, comme les Méridiens partent du Pole du Monde, vont se réunir au Nadir. Le Méridien d'un Lieu quelconque est toujourns un de ses Azimuths.

du Zénit d'où il part jusqu'au Pole, il a un arc qui mesure la distance de ces deux points, & qui avec celui de la hauteur du Pole sur l'Horison du Lieu, fait 90 degrés, & par conséquent est le complément de la hauteur du Pole.

Tout mouvement diurne des Astres se fait ou sur l'Equateur, ou sur un Parallele à l'Equateur, & il se fait toujours sur le même Cercle pendant 24 heures, du moins sensiblement.

Tout cercle parallele à l'Equateur coupe, comme fait l'Equateur, tous les Méridiens à angles droits, mais non pas les Azimuths, qui partent du Zénit, & non pas du Pole. On voit aisément que si le Pole est au Zénit, les Méridiens & les Azimuths sont les mêmes, & que les Paralleles coupent les Azimuths à angles droits, mais que ce n'est plus la même chose dès que le Pole & le Zénit sont deux points différents, les Azimuths sont différents des Méridiens, & les Paralleles s'inclinent aux Azimuths.

Donc une Etoile, qui décrivant son Parallele, passe d'un 1<sup>er</sup> Azimuth dans un 2<sup>d</sup> éloigné d'une distance quelconque, a fait cette partie de son cours dans un plan incliné aux deux Azimuths, donc en partant du 1<sup>er</sup> elle a fait un certain angle avec le plan de ce 1<sup>er</sup>.

Si le point de ce 1<sup>er</sup> Azimuth, d'où elle est partie, est le Zénit, & qu'on observe l'angle qu'elle fait avec le plan de cet Azimuth pour arriver en un certain temps déterminé à un 2<sup>d</sup> Azimuth; si de plus on tire de ce nouveau point où elle est arrivée un arc de Méridien terminé au Pole, il fera sur l'arc décrit du Parallele un angle égal à celui qu'on vient d'observer sur le 1<sup>er</sup> Azimuth qui étoit aussi un Méridien, & qui avoit un arc égal compris depuis le Zénit jusqu'au Pole. Quant à l'angle que ces deux arcs de Méridiens font entre eux au Pole, il est mesuré par le temps connu que l'Etoile a employé à passer du 1<sup>er</sup> Azimuth sur le 2<sup>d</sup>, ce temps étant réduit à l'ordinaire en degrés de l'Equateur; donc il s'est formé ici un Triangle sphérique dont les trois angles seront connus, & par conséquent aussi les trois côtés,

qui sont les deux arcs tirés des deux lieux de l'Etoile au Pôle, & l'arc qu'elle a décrit sur son Parallele. Or de ces deux premiers arcs l'un est la distance du Zénit au Pôle, & par conséquent le complément de la hauteur du Pole sur l'Horison que l'on cherchoit, & l'autre est le complément de la déclinaison ou distance de l'Etoile à l'Equateur, qui vient comme par surérogation.

L'avantage de cette Méthode est qu'il y a peu à observer, car les Astronomes ne craignent que le péril des observations, & ils sont en sûreté quand ils n'ont plus que des calculs à faire. Ici il ne faut que le moment du passage de l'Etoile par le Zénit, & l'angle de sa route lorsqu'elle part de-là. La première observation dépend de pratiques fort usitées dans l'Astronomie, & qui peuvent être poussées à une grande justesse, mais M. Maraldi avouë que la seconde demanderoit des Instruments Azimuthaux d'une construction difficile & d'un usage fort rare.

On ne compte pas pour un si grand inconvénient d'avoir en peu de lieux des Etoiles qui passent par le Zénit, & des Etoiles au moins de la 3<sup>me</sup> grandeur, comme il les faudroit, la Géométrie auroit bien l'adresse d'y suppléer par quelques additions faites à l'opération, & M. Maraldi ne manque pas de les donner en cas de besoin dans tout le détail nécessaire, mais enfin toutes les déféctuosités, toutes les difficultés pesées, il est aussi sûr de s'en tenir aux pratiques communes.

La Théorie de M. Maraldi fit naître à M. de Mairan une autre idée différente, quoique prise dans le même fond. Il V. les M.  
p. 147. voulut trouver la hauteur du Pole par des opérations astronomiques où il n'auroit aucun égard aux Réfractions, qui cependant seroient bien réelles, & où il ne feroit aucune observation Azimuthale. Il demandoit seulement qu'il ne s'agit que de hauteurs au dessus de 25 ou 30 degrés.

Il suppose une Etoile qui passe par le Zénit. Il prend les deux hauteurs Méridiennes de l'Etoile Polaire, qui n'est proprement que circonpolaire sans tenir aucun compte des Réfractions, quelque grandes & inégales qu'elles puissent être.

Le milieu entre ces deux hauteurs est le Pole *apparent*, dont on a la hauteur. Ensuite M. de Mairan qui a pris le moment où l'Etoile a passé par le Zénit, prend celui où elle est descenduë vers l'Horison à une hauteur qui soit la même que celle du Pole apparent. Il a par son observation le temps qu'elle a employé à passer du Zénit jusqu'à cette hauteur, & il est aisé de voir que de-là se forme, comme dans la Théorie de M. Maraldi, un Triangle Sphérique dont on connoît tous les angles & tous les côtés, & d'où l'on tire les mêmes conclusions. Mais il est vrai que l'on doit croire n'avoir encore que la hauteur apparente du Pole. De tout ce qu'on a déterminé, rien n'a été exempt de l'erreur des Réfractions que le seul passage de l'Etoile par le Zénit, tout le reste a été plongé dans les Réfractions, & d'autant plus que le Pole aura été plus bas, quoique toujours au dessus de  $25$  ou  $30^{\circ}$ .

Cette difficulté si frappante a donné occasion à M. de Mairan de faire, pour la justification de sa Méthode, une Remarque assez neuve & assez curieuse.

On a différentes Tables de Réfractions par lesquelles on corrige les hauteurs apparentes, & on les réduit aux réelles. Ces Tables sont de différents Astronomes, tous très-habiles, elles sont construites ou sur des observations immédiates, ou sur des hypothèses, & il y en a même de M. Cassini sur l'hypothèse que les Rayons toujours rompus dans l'Atmosphère y décrivent une Courbe, elles ont été faites en différents Pays, & par conséquent partent d'une Réfraction horizontale plus grande dans des Pays que dans d'autres, elles font décroître différemment les Réfractions depuis l'Horison jusqu'au Zénit, cependant malgré tout cela M. de Mairan, qui s'est donné la peine d'en faire la recherche, a trouvé que toutes ces Tables s'accordent sur un article, c'est que toutes les hauteurs apparentes qu'on trouvera au dessus de  $25$  ou  $30^{\circ}$  pour un point moyen entre deux autres points éloignés seulement l'un de l'autre de  $4$  ou  $5$  degrés, seront les mêmes, à  $\frac{1}{2}''$  ou  $1''$  près au plus, que si, selon la Méthode présente,

ou



on avoit partagé également en deux l'intervalle entre les deux points extrêmes posés. Or l'Etoile polaire, dont M. de Mairan a pris les deux hauteurs Méridiennes, n'est présentement éloignée du Pole que de 2 degrés & quelques Secondes, & ses deux hauteurs ne sont guere éloignées l'une de l'autre que de 4°. Donc en prenant la moitié de cet intervalle, il a pris aussi sûrement la hauteur du Pole que s'il l'avoit corrigée par les Réfractions, & même par toutes les Tables des Réfractions. Il y a eu suffisamment égard en limitant son Probleme à une hauteur plus grande que 25 ou 30°.

Une Etoile au Zénit, & telle qu'il la faudroit, est quelque chose de si rare, que la Méthode auroit peu d'usage si elle étoit assujettie à cette condition. M. de Mairan l'en délivre, en prenant une Etoile qui soit du moins à une distance du Zénit assés petite, & bien connue. Il observe en quel temps elle descend du Méridien à une hauteur égale à celle du Pole qu'il a trouvée, & de-là il conclut en quel temps y descendroit une Etoile qui seroit au Zénit. C'est sur cette Etoile feinte qu'il fait son calcul.

Cependant il paroît encore qu'il doit y avoir là de l'erreur. Les deux Triangles Sphériques formés l'un sur l'Etoile vraie, l'autre sur la feinte, ne sont pas absolument le même. Mais M. de Mairan prétend qu'ils différeront infiniment peu, & cela le conduit à des réflexions sur les Triangles Sphériques, qui n'avoient pas encore été faites, & que nous ne pouvons expliquer sans leur donner quelque étendue.

Un Triangle rectiligne, que l'on concevra équilatéral pour plus de facilité & de simplicité, a la grandeur de ses angles toujours la même, quelle que soit celle des côtés, fût-elle infinie ou infiniment petite. Ainsi, si par ses côtés connus on vouloit connoître ses angles, la plus grande erreur commise sur les côtés n'influeroit aucunement sur les angles.

Il n'en va pas de même d'un Triangle Sphérique équilatéral. Le plus grand que l'on puisse concevoir, est celui dont les côtés seroient chacun des arcs circulaires de 120 degrés, & pris deux à deux, feroient entre eux des angles infiniment

peu différents de 180, auquel cas la somme des 3 angles vaudroit 540 ou 6 droits, & la somme des côtés vaudroit une circonférence entière de Cercle, & en auroit la figure. Le Triangle Sphérique infiniment petit seroit formé de 3 côtés circulaires infiniment petits, c'est-à-dire, qu'il ne seroit que rectiligne, & par conséquent ses angles seroient chacun de 60, & leur somme vaudroit 2 droits. Donc dans le Triangle Sphérique équilatéral, les côtés & les angles varient sans cesse les uns par rapport aux autres dans toute l'étendue de l'Infini à l'Infiniment petit, & varient fort inégalement, puisque d'abord ils sont dans le rapport de 180 à 120, ou de 3 à 2, & enfin dans le rapport infini de 60 à 0.

Si l'on est un peu accoutumé à observer les variations des grandeurs géométriques, on sent qu'il peut y avoir au milieu de celle-ci *un plus grand*, un terme où les deux grandeurs arrivent à l'égalité, & où par conséquent leur variation deviendra contraire à ce qu'elle étoit, croissante si auparavant elle étoit décroissante, ou décroissante si elle étoit croissante. Il se trouve en effet très-naturellement le Triangle fini équilatéral, tel qu'il seroit formé par deux arcs de Méridien pris chacun de 90° depuis l'Equateur jusqu'au Pole, & éloignés l'un de l'autre sur l'Equateur de 90°. On voit que les angles & les côtés y seroient de 90°. Donc depuis le plus grand Triangle Sphérique, qui tient de l'Infini jusqu'à celui-là, & depuis lui jusqu'à l'Infiniment petit, il y a eu deux variations contraires. Or il est bien certain que dans la 2<sup>de</sup> variation, dont le dernier terme est un Triangle qui a ses angles de 60° & ses côtés infiniment petits, la variation du rapport des angles aux côtés a dû être croissante, puisqu'enfin ce rapport se termine par être infini. Donc dans tout Triangle équilatéral sphérique fini plus petit que celui dont les angles & les côtés sont de 90°, les angles sont toujours d'autant plus grands par rapport aux côtés que le Triangle est plus petit. Nous n'avons pas besoin de parler de la 1<sup>re</sup> variation qui part de l'Infini, & seroit contraire.

Quand deux grandeurs sont telles qu'une grande augmen-

tation de l'une n'emporte qu'une petite augmentation de l'autre ; quand, par exemple, l'une augmentant de 10, l'autre n'augmente que de 4, il est évident que quand je me tromperai de 1 sur l'augmentation de 10, je ne me tromperai que de  $\frac{4}{10}$  ou  $\frac{2}{5}$  sur l'augmentation de 4, & plus la disproportion des augmentations sera grande, moins je me tromperai. C'est la même chose pour les diminutions. Donc dans les Triangles, dont les côtés diminuent beaucoup plus que les angles, une erreur sur les côtés peut être telle qu'elle n'influera pas sensiblement sur les angles.

M. de Mairan prouve qu'il est dans le cas où une erreur sur les côtés, qui est tout ce qu'il peut craindre, n'en produira qu'une insensible sur les angles, qui font la détermination qu'il cherche, & tout cela bien établi, il se trouve que des Méthodes adroites peuvent braver impunément les Réfractions, que l'on avoit toujours cruës si redoutables.

## SUR L'ACCORD DES DEUX LOIX DE KEPLER DANS LE SYSTEME DES TOURBILLONS.

**D**EPUIS que les deux fameuses Loix de Képler ont paru, tous les Astronomes s'y sont soumis d'un consentement si unanime, & le Ciel même leur a obéi si exactement, qu'on peut dire, en abusant un peu du mot de Loix, que Képler est le plus grand Législateur que les Astres aient jamais eu, & qu'il n'est plus permis de ne pas reconnoître son autorité. Un Systeme sera faux dès qu'il jettera dans la révolte, & pour détruire absolument celui des Tourbillons, voici comment on a prouvé que ces deux Loix si inviolables n'y pouvoient subsister ensemble.

V. les M.  
p. 233.

Nous avons déjà beaucoup parlé de ces deux Loix dans plusieurs des Volumes précédents. La 1<sup>re</sup> établit le rapport que les distances des Planetes au Soleil ont à la durée de leurs

révolutions autour du Soleil, ou à la vitesse de ces révolutions, & s'applique aux Satellites à l'égard de leurs Planetes principales. La 2<sup>de</sup> regle les différentes vitesses d'une même Planete dans son Orbe selon les différentes distances au Soleil. De la 1<sup>re</sup> il résulte nécessairement que les vitesses de deux Planetes comparées ensemble, sont en raison renversée des racines quarrées de leurs distances au Soleil, c'est-à-dire, que si l'une en est, par exemple, à une distance 4 fois moindre, elle a 2 fois plus de vitesse. Il résulte de la 2<sup>de</sup> Loi que les vitesses d'une même Planete, en différents points de son Orbe, sont entre elles en raison renversée des distances de ces points au Soleil; si, par exemple, elle en étoit dans l'un 4 fois moins éloignée, elle y auroit 4 fois plus de vitesse. C'est la même distance au Soleil que l'on prend dans ces deux Loix.

Il est possible qu'il y ait une Planete qui dans un point de son Orbe soit 4 fois moins éloignée du Soleil que dans un autre point, ce qui lui donnera 4 pour vitesse, & qu'en même temps elle soit 4 fois moins éloignée du Soleil qu'une autre Planete, ce qui lui donneroit 2 pour vitesse; or il ne se peut pas qu'elle ait en même temps ces deux vitesses, & quoique dans le fait elles ne soient jamais si inégales, il suffit pour faire naître une très-grande difficulté, qu'elles ne soient pas parfaitement la même.

Cette difficulté, de la manière que nous l'exposons ici, est absolue, c'est-à-dire, qu'elle tombe sur les Loix de Képler prises en elles-mêmes, & prouveroit qu'elles se contredisent. Mais la conciliation s'en fait dans le Systeme Newtonien par les principes qui lui sont particuliers, par des attractions, & elle paroît impossible dans le Systeme Cartésien, où les Planetes ne sont que des parties visibles des grands Tourbillons fluides qui les emportent, & où il seroit souverainement absurde d'attribuer à une même masse fluide deux différentes vitesses en même temps. C'est dans ce Systeme Cartésien que M. Cassini a entrepris de concilier les deux Loix.

Il ne s'agit pas de distances au Soleil aussi différentes entre

elles que les distances 1 & 4 que nous venons de donner en exemple pour rendre la chose plus sensible, & qui produiroient une vitesse simple ou double. Il ne s'agit que de distances beaucoup moins différentes entre elles, comme seroient, si l'on veut, 19 & 20, ou 99 & 100, &c. enfin telles qu'il n'en résulte que de très-petites différences de vitesse; & réellement les différences des distances sont si petites, qu'on pourroit croire d'abord qu'elles ne sont pas bien sûres, & qu'elles naîtroient des erreurs inévitables de l'observation Astronomique. Toute la difficulté seroit levée dans le moment.

Il n'y a point de mouvement céleste si bien connu que celui du Soleil, ou plutôt de la Terre. On a pour la Terre, mieux que pour toute autre Planete, toutes les connoissances que peuvent donner ses différentes vitesses comparées à ses différentes distances au Soleil, M. Cassini en a fait le Calcul, & les résultats en sont très-légers, cependant il avoué de bonne foi que ce seroit-là sauver un Systeme par une espece de hasard heureux qui s'y rencontreroit, & pourroit aussi lui manquer, & qu'enfin il ne faut point tordre les faits pour les accommoder à des hypotheses, mais bâtir les hypotheses sur les faits, tels qu'ils sont. M. Cassini se tourne donc d'un autre côté.

Le Tourbillon Solaire étant supposé parfaitement sphérique, on démontre, & nous l'avons déjà dit\*, que toutes ses parties ne peuvent être en équilibre entre elles, comme il faut nécessairement qu'elles y soient, si leurs vitesses ne sont entre elles en raison renversée des racines quarrées de leurs distances au centre. La 1<sup>re</sup> Loi que Képler a trouvée presque par inspiration, & par une sagacité plus qu'humaine, n'est que cette même proposition en d'autres termes. Il n'y a point proprement d'autre vitesse à considérer que celle-là dans le Tourbillon sphérique, car il est bien sûr qu'une Couche concentrique quelconque, ou un point qui circulera, aura toujours une vitesse égale. La 2<sup>de</sup> Loi n'auroit pas lieu.

Mais si par quelque cause que ce soit, le Tourbillon cesse

\* V. PHist.  
de 1728.  
p.97. & suiv.

94 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE  
 d'être sphérique, s'il est pressé inégalement par les Tourbillons qui l'environnent, & il est presque absolument impossible en Physique qu'il le soit jamais également, s'il prend une forme Elliptique, que l'on peut sans danger regarder comme régulière, il est clair que n'ayant fait que céder à une violence étrangère, il conservera le plus qu'il se pourra de sa première forme, que l'inégalité de son grand axe au petit étant proprement l'effet de l'inégalité de la pression, ce sera aux deux extrémités du grand axe que cet effet sera le plus marqué, & la figure sphérique plus altérée; & que par conséquent, les deux points opposés moyens entre ces extrémités, seront ceux qui retiendront le plus de ce qui appartenait à la forme sphérique, & qui même en retiendront tout, s'il se peut. Les distances de ces deux points au foyer de l'Ellipse seront égales, comme elles l'étoient par rapport au centre dans un Cercle, & on les appellera distances moyennes, par opposition à celles des deux extrémités du grand axe au même foyer, qui seront la plus grande & la moindre possibles dans l'Ellipse que l'on aura.

Donc la 1<sup>re</sup> Loi de Képler se conservera dans les distances moyennes, & ce n'est que pour elles en effet, qu'elle a été donnée par lui, & reçue par tous les Astronomes. Elle servira toujours à comparer les vitesses qu'auront à leurs moyennes distances différentes Ellipses concentriques du Tourbillon devenu Elliptique. Mais de plus, & c'est ce qui n'étoit pas dans le Sphérique, un même point a différentes vitesses en différents points de son Ellipse, car le Soleil étant ou pouvant être réputé le principe de tout le mouvement du Tourbillon, puisqu'il est sûr que ce mouvement diminue & s'affoiblit toujours en s'éloignant de lui, un même point d'une Ellipse toujours pendant la circulation inégalement éloigné du Soleil, doit toujours avoir une vitesse inégale. C'est pour cela que Képler a établi sa 2<sup>de</sup> Loi, & l'on voit naturellement qu'elle n'a dû régler les vitesses que sur la raison simple des distances, quoique la 1<sup>re</sup> Loi fondée sur un autre principe qui étoit l'équilibre, les ait réglées sur la raison des racines de ces distances.

La 1<sup>re</sup> Loi n'est précisément que pour les vitesses de deux points de deux Ellipses différentes, pris l'un & l'autre aux moyennes distances de chacune de ces Ellipses, & la 2<sup>de</sup> Loi est pour les vitesses d'un même point d'une Ellipse pris à différentes distances sur cette Ellipse. Et comme les distances moyennes sont du nombre des distances par où ce point passera dans sa circulation, il faut donc que dans la même circulation, il suive les deux Loix, & cela est très-vrai, mais il ne les suivra toutes deux qu'aux moyennes distances. Si ce point dans la plus grande distance ou Aphélie a la vitesse 1, & doit avoir dans son Périhélie la vitesse 4, il faudra bien qu'il passe par avoir la vitesse 2; & puisque dans le cas de la 2<sup>de</sup> Loi où il est, ses distances extrêmes ont été 4 & 1, il aura la vitesse 2 à la distance 2 qui sera la distance moyenne, ou à peu près. Or cette vitesse 2, qui est la racine de 4, on la lui auroit trouvée aussi en le comparant à un point d'une autre Ellipse dont la distance moyenne fût 4, la sienne étant 1 par rapport à elle. Cela se trouveroit dans une 2<sup>de</sup> Ellipse où la même grandeur que dans la 1<sup>re</sup> étant posée pour 1, la vitesse à l'Aphélie seroit 1, celle au Périhélie 16, celle aux distances moyennes 8, car il est visible que 8 est à 2 comme 4 à 1.

Nous avons dit que dans la forme Sphérique du Tourbillon, la 2<sup>de</sup> Loi de Képler n'auroit pas lieu, c'est-à-dire, qu'il ne seroit pas nécessaire d'en établir une pour des vitesses toujours égales dans un même Cercle, mais elle y seroit réellement si l'on vouloit compter cette égalité perpétuelle pour un rapport. Alors les rayons d'un même Cercle ou les distances au centre seroient la mesure des vitesses d'un même point autour du centre, & cette Loi s'accorderoit sans aucune peine avec la 1<sup>re</sup>, qui régleroit les vitesses de deux points de différents Cercles, ces deux Loix seroient tellement d'accord qu'on ne songeroit pas à les accorder. Mais il survient un changement au Tourbillon, il est devenu Elliptique, qu'arrive-t-il en conséquence? Le Soleil est à un foyer au lieu qu'il étoit au centre, les distances au

Soleil sont des lignes tirées à ce foyer, & non plus des rayons de Cercle, mais ces lignes ne régloient pas les vitesses d'un même point, parce qu'elles étoient rayons de Cercle, mais parce qu'elles étoient des distances au Soleil, seulement elles rendoient les vitesses égales parce qu'elles étoient rayons de Cercle; maintenant elles régleront donc encore les vitesses d'un même point, mais elles les rendront inégales autant qu'elles le seront elles-mêmes. D'un autre côté, la forme Sphérique & ses propriétés ne se sont conservées que dans les moyennes distances, ce sera donc là que se conserveront les deux Loix ensemble telles qu'elles étoient dans la Sphère, & par conséquent la 1<sup>re</sup> Loi subsistera là en son entier, & là seulement.

Si l'on partoît des Observations, que je suppose qui auroient donné seules les deux Loix & fait voir que le Tourbillon étoit Elliptique, & si on vouloit le concevoir Sphérique, on y retrouveroit les deux Loix telles que nous les avons exposées, on les prouveroit même par des raisonnements démonstratifs, & par-là on verroit évidemment que ces Loix observées dans l'Elliptique, seroient les mêmes Loix démontrées dans le Sphérique, qu'elles s'accordent également dans l'un & dans l'autre, mais avec les modifications indispensables que la différence de figure produit. Je dis *indispensables*, car loin de les accorder ici par aucune probabilité, ce qui auroit cependant suffi, on ne les a accordées que par une nécessité tirée du fond des choses.

Il est peut-être inutile d'observer en finissant, que la 2<sup>de</sup> Loi de Képler est ordinairement exprimée en d'autres termes qu'elle ne l'a été ici. Elle porte que les temps employés par une Planete à décrire différents arcs de son Ellipse, sont entre eux comme les aires Elliptiques terminées par ces arcs; & nous avons toujours dit que les vitesses étoient en raison renversée des distances au foyer, mais on verra aisément que cette seconde expression plus simple revient à la première, même dans les changements du Cercle en Ellipse, ou de l'Ellipse en Cercle.

Une



Une grande objection, & des plus redoutables contre les Tourbillons Cartésiens, est que l'on voit des Comètes qui se meuvent contre la direction du mouvement de ces Tourbillons. M. Cassini a fait voir en 1730 \*, par l'exemple d'une Comète qu'il observa, qu'elles pourroient, aussi-bien que les Planètes, paroître quelquefois se mouvoir contre le Tourbillon, ou être retrogrades sans cesser jamais d'être directes. Par-là le Vuide Newtonien seroit détruit, & le Plein Cartésien rétabli. M. Cassini a montré en 1735 \* que les rotations des Corps célestes, fort différentes à ce qu'il paroît de la 1<sup>re</sup> Loi de Képler, s'y peuvent ramener. Enfin il montre ici l'accord des deux Loix de Képler sur un point où leur opposition sembloit manifeste. Il ne doit point être question ici de M. l'Abbé de Molieres, dont nous avons souvent parlé à l'occasion de tout ce qu'il a fait ou pour défendre ou pour affermir le Systeme Cartésien, mais autant qu'on peut juger d'un avenir auquel les accidents de la fortune ont moins de part qu'à tout autre, la fin de la guerre pourroit être avantageuse à ce Systeme.

\* p. 98. &amp; suiv.

\* p. 41. &amp; suiv.

## SUR LA CONJONCTION DE MERCURE AVEC LE SOLEIL,

*Le 11 Novembre.*

DEPUIS l'Epoque de 1631, si fameuse en Astronomie, parce que la Conjonction de Mercure avec le Soleil, ou, ce qui est la même chose, le passage de cette Planète sur le disque du Soleil y fut observé pour la première fois par Gassendi, cette Conjonction, qui arriva le 11 Nov. 1736, fut la huitième, de sorte qu'on en peut espérer à peu-près ce nombre dans chaque centaine d'années. Tout ce qui appartient à une Théorie générale en cette matière, a été presque suffisamment traité dans les Histoires de 1706 \*, de 1707 \* & de 1723 \*, nous y pouvons seulement adjoûter quelque chose, non sur la Théorie de ces Conjonctions prises en

V. les M. p. 404. &amp; 435.

\* p. 106. & f.  
\* p. 83. & f.  
\* p. 76. & f.

*Hist. 1736.*

N

elles-mêmes, mais sur celle des différentes opérations qui peuvent servir à les observer, car il est fort possible qu'il y ait un choix à faire.

Quand Mercure passe devant le Soleil, il y paroît comme une Tache, & on peut déterminer sa position sur le Disque du Soleil comme on feroit celle d'une Tache fixe, soit par rapport à l'Ecliptique dont on connoît toujours la position sur ce Disque, soit par rapport à d'autres Cercles qu'on y aura conçus & déterminés. Mais cette position de Mercure n'est que celle d'un seul instant, puisque réellement il n'est pas fixe, & il faut avoir celle d'un autre instant, qui à la rigueur suffiroit pour déterminer sur ce disque une ligne droite qu'on prendroit pour la route de Mercure dans le Soleil, mais il est visible qu'il sera plus sûr & plus avantageux d'avoir plus de deux points de la route de Mercure par observation, & qu'on ne peut même en avoir trop.

La seconde manière de faire l'observation, est de mesurer le mouvement de Mercure sur le disque, puisqu'effectivement il se meut; on prend la quantité de la ligne droite qu'il parcourt en un certain temps, on fait en gros la même chose que pour le passage du centre de la Lune devant le Soleil.

La 1<sup>re</sup> manière consiste à regarder le mouvement de Mercure comme une quantité *discrete* formée de plusieurs points successifs, & l'autre à le regarder comme une quantité *continue*. Il paroît que les différentes manières d'opérer en cette occasion, se réduiront à l'une ou l'autre de ces deux idées fondamentales.

Une observation du passage de Mercure devant le Soleil, est composée de plusieurs observations partiales, dans chacune desquelles on prend ou un point ou une petite ligne. Si l'on ne prend que des points, il faut pour chacun faire quelque changement à la position de la Lunette, aux fils, & cela demande du temps pour être fait avec l'attention & l'exactitude nécessaires; c'est un temps pendant lequel on n'observe point, & il en reste moins pour observer. Quand on prend de petites lignes, il y a moins d'intervalles d'une observation partielle à l'autre, moins de temps perdu, & l'on

fait un plus grand nombre de ces observations partiales. Or il est clair que c'est-là un avantage. On en a vû un exemple dans l'endroit cité de 1723.

Plus le passage de Mercure dans le Soleil sera court, plus il sera à propos de choisir l'opération qui donne cet avantage.

Les hauteurs horisontales du centre du Soleil & de Mercure seront altérées par la Réfraction, & le seront d'autant plus que ces hauteurs seront moindres. Une Méthode selon laquelle on prendroit le centre du Soleil & Mercure à la même élévation horisontale, seroit certainement préférable, puisqu'alors la Réfraction agissant également de part & d'autre, la différence entre les hauteurs vraies seroit la même qu'entre les apparentes. Cet avantage sera d'autant plus grand que les deux Astres seront moins élevés au temps de la conjonction.

Il y a de plus des attentions à faire, qui sont communes à toutes les observations astronomiques.

Quand elles sont finies, ce ne sont que des faits que l'on a devant soi, & dont il reste à tirer des conséquences. Si ces faits sont conditionnés de manière par le tour de l'observation, que les conséquences en naissent sans beaucoup de calcul, sans qu'il soit besoin d'employer une longue suite de raisonnements, la méthode qu'on aura prise pour observer en sera d'autant meilleure. Ainsi une méthode d'observer qui, comme on l'a vû en 1723, ne donneroit immédiatement que les Azimuts & les Almicantaraths d'un Astre, en sorte qu'il faudroit ensuite en tirer par le calcul ses Ascensions droites & ses Déclinaisons, pour arriver enfin aux Longitudes & aux Latitudes qu'on cherchoit, ne seroit pas si bonne qu'une autre méthode d'observer qui auroit donné immédiatement les Ascensions droites & les Déclinaisons.

Dans les calculs que l'on fait sur les fondements de l'observation, il entre nécessairement des *éléments* étrangers, pour ainsi dire, des grandeurs que l'on suppose connues d'ailleurs, telles que l'Ascension droite du Soleil, sa Déclinaison, l'obliquité de l'Ecliptique, &c. Il est bon de n'employer de ces éléments que le moins que l'on peut, sur-tout s'ils ne sont

pas bien incontestables, comme le degré précis de l'obliquité de l'Ecliptique, une hauteur de Pole, &c.

Voilà les principes les plus considérables sur lesquels peuvent être fondés les avantages ou les désavantages des différentes méthodes d'observer, & par conséquent les comparaisons qu'on fera des unes aux autres. On juge bien que tout le bon ou tout le mauvais ne se trouvera jamais d'un seul côté, & qu'il y aura un mélange perpétuel des deux. Mais lequel l'emportera dans chaque combinaison? Il seroit bien difficile, & peut-être impossible de le décider, & il paroît que le bon parti est d'essayer de tout. Tandis que M. Cassini observoit la conjonction de Mercure selon la Méthode que nous avons appelée la 1<sup>re</sup>, M. de Thury son fils, l'observoit selon la 2<sup>de</sup>, non qu'il la jugeât préférable, mais parce qu'il vouloit l'éprouver.

M. Grandjean de Fouchi prit une méthode différente de ces deux, & qui se rapporte à la 1<sup>re</sup> manière. Il y a un certain intervalle de temps entre l'arrivée du bord supérieur du Soleil au fil horizontal d'une Lunette, & l'arrivée du bord inférieur à ce même fil. Cet intervalle de temps divisé par la moitié, donne l'instant où le centre du Soleil est arrivé au fil horizontal. De même l'intervalle entre l'arrivée du bord Occidental ou *précédent* du Soleil au fil vertical, & l'arrivée de son bord Oriental ou *suivant* au même fil, étant partagé en deux, donne le moment de l'arrivée du centre du Soleil au fil vertical. D'un autre côté, on prend le moment du passage de Mercure, qui n'est guère qu'un point sensible, tant par le fil horizontal que par le fil vertical. On sçait par une Règle connue quels espaces répondent aux temps dans les mouvements célestes, & par conséquent, on a deux points de la route du centre du Soleil dans l'Ecliptique, & deux points de la route de Mercure sur le disque du Soleil, après quoi on recommence des observations de même nature pour avoir un plus grand nombre de points.

Cette méthode demande peu d'appareil d'Instruments, peu de précautions. Il ne faut que deux fils qui se coupent à angles droits au centre de la Lunette, & il n'est point

besoin d'en faire parcourir aucun par un Astre, ni qu'ils soient bien exactement dans la position horisontale ou verticale; seulement il est nécessaire que pour chaque observation partielle la Lunette soit bien ferme dans la situation; il est aisé de voir les raisons de tout cela. On peut adjoûter que comme il ne s'agit que de prendre des différences de temps, c'est assés de les prendre juste sans sçavoir par une Pendule bien réglée quel est véritablement le temps. Mais il paroît d'un autre côté que si l'observation est facile & expéditive, les calculs & les réductions où il faut ensuite s'engager, ne peuvent pas aller si vite. Les compensations dont nous avons parlé se retrouvent.

Selon les observations de M. Cassini l'immersion totale de Mercure dans le Soleil fut à  $9^h 35'$  & son émerision totale à  $17'$  après midi, la conjonction en longitude à  $11^h 15'$ . Nous laissons les autres déterminations qui n'intéressent guère que les vrais Astronomes.

Dans la description de la route de Mercure par M. Cassini, il se trouve une chose qui peut d'abord surprendre, & sur laquelle nous avons cru qu'un peu d'éclaircissement ne seroit pas inutile. On tire du centre du Soleil une perpendiculaire sur la route de Mercure, & certainement le point où tombe cette perpendiculaire, est celui de toute la route où Mercure est le plus proche du centre du Soleil. Ce devroit donc être aussi celui où se feroit la conjonction de Mercure avec le Soleil, car qu'est-ce qu'une conjonction sinon la plus grande proximité possible? Cependant cela n'est pas, & voici ce qui arrive.

Les Cercles de Longitude qui sont à l'égard de l'Ecliptique ce que sont les Méridiens à l'égard de l'Equateur, étant conçus, nous ne pouvons voir le centre du Soleil & celui de Mercure conjoints en longitude, que quand nous les voyons en même temps sur le même de ces Cercles, & ce n'est que là où nous les voyons conjoints, quelque distance qu'il y ait d'ailleurs entre eux, mesurée par l'arc intercepté de leur Cercle commun de longitude; cette distance sera la latitude de Mercure, ou sa distance à l'Ecliptique où le centre du

Soleil est toujours. Maintenant si l'Orbite de Mercure étoit parallèle à l'Ecliptique, & que par conséquent elle coupât à angles droits tous les Cercles de longitude, il est certain que la distance où les deux centres du Soleil & de Mercure seroient vûs à l'égard l'un de l'autre sur leur Cercle commun de longitude, seroit la moindre possible, ou la moindre latitude de Mercure, & que jamais le centre de Mercure ne pourroit être plus proche de celui du Soleil que dans l'instant de leur conjonction en longitude. Mais l'Orbite de Mercure n'est pas parallèle à l'Ecliptique, & puisqu'elle sera par conséquent oblique aux Cercles de longitude, il est aisé de concevoir qu'elle les coupera de façon à ne s'approcher le plus près du centre du Soleil que dans un point qui n'appartiendra plus au Cercle où se fait la conjonction.

Plus l'Ecliptique & l'Orbite de Mercure seront éloignées du parallélisme, ou, ce qui est la même chose, plus l'angle qu'elles feront ensemble sera grand, plus le point où se fera la conjonction en longitude & celui où le centre de Mercure sera le plus proche du centre du Soleil, seront deux points éloignés l'un de l'autre. L'Orbite de Mercure est entre toutes les Orbites Planétaires celle qui fait le plus grand angle avec l'Ecliptique, cet angle est de plus de 7 degrés.

L'instant de la plus grande proximité de Mercure au centre du Soleil ne sera donc pas le même que celui de la conjonction en longitude, mais il le précédera, ou le suivra ; le précédera, si, quand l'Orbite de Mercure coupe le Cercle où se fait la conjonction, elle va en s'éloignant du centre du Soleil ; le suivra, si c'est le contraire.

Dans le temps de cette Observation, il y avoit des taches dans le Soleil, Mercure étoit plus petit qu'aucune d'entr'elles. Il en différoit encore par être plus rond, plus noir, & mieux terminé, car on sçait qu'elles sont environnées d'une espèce de nébulosité confuse, inégalement dense, & de figure irrégulière : cela confirme le soupçon qu'on avoit déjà que Mercure est sans Atmosphère. Ce qu'on pourra découvrir de plus dans la connoissance des Corps célestes, ne viendra que bien lentement.

## SUR UNE NOUVELLE PERPENDICULAIRE

## A LA MERIDIENNE DE PARIS.

ON a vû en 1733 \* le travail entrepris par l'Académie pour tracer de Paris jusqu'à la Mer une Perpendiculaire à la Méridienne de Paris, en 1734 \* la continuation de cette même Perpendiculaire vers l'Orient, de Paris jusqu'à Strasbourg, & en 1735 \* une autre Perpendiculaire à cette même Méridienne tirée par Orléans vers l'Occident. On ne jugea point assés important d'achever cette dernière Perpendiculaire en la continuant d'Orléans vers l'Orient, mais on crut qu'il le seroit davantage d'en faire une nouvelle aussi éloignée à peu-près de Paris vers le Nord que celle-ci l'étoit vers le Midi, & qui n'allât comme elle qu'à l'Occident, parce que la Mer y est, & que de toute l'étendue de la France ce sont ses Côtes qu'il est le plus nécessaire de bien connoître.

V. les M.  
p. 329.

\* p. 57.  
& suiv.

\* p. 74.  
& suiv.

\* p. 57.  
& suiv.

D'ailleurs en suivant ce nouveau dessein, on devoit quelquefois, & l'on pouvoit souvent, pourvû qu'on se détournât, se retrouver dans des lieux déjà déterminés par les opérations soit de 1733, soit de 1735, & c'étoit une occasion d'en reconnoître ou l'exactitude ou les erreurs.

Aussi M<sup>rs</sup> de Thury & Maraldi, qui s'engagerent à ce travail, s'y préparèrent-ils par de nouvelles réflexions, par une espece de revûë générale sur les Méthodes, & par quelques réformes des Instrumens. Ils résolurent, par exemple, de n'admettre jamais dans leurs Triangles aucun angle tiré par conclusion géométrique, mais seulement tous les trois angles connus par observation actuelle. Nous avons déjà rapporté ci-dessus \* un autre fruit des réflexions de M. de Thury.

\* p. 80.

Les deux Académiciens commencerent à Sourdon, 5 lieües en de-çà d'Amiens, à tirer leur Perpendiculaire à la Méridienne de Paris, & ils la poussèrent jusqu'à la Mer. De-là ils suivirent la Côte vers le Nord jusqu'à l'extrémité de la domination de France, & revinrent sur leurs pas pour opérer sur la Côte de Picardie, de Normandie & de Bretagne jusqu'à Brest.

Quand ils se trouverent dans des lieux par où avoient déjà passé les opérations des années précédentes, ils ne manquèrent pas de les vérifier, en y comparant ce qui résultoit des leurs. Presque toujours la comparaison confirmoit les unes & les autres, si ce n'est que l'on veuille compter pour une grande différence celle de 80 toises qui se trouva entre les deux calculs sur la distance de Brest à la Méridienne de Paris, distance qui est de 260000, & dont 80 n'est que la 3000<sup>me</sup> partie. De plus elle n'a été trouvée que par une Suite de 50 Triangles. Mais enfin on n'a rien voulu dissimuler.

M. de Thury raconte que quand la ligne qu'ils suivoient, les jettoit dans de grandes Forêts où ils n'avoient aucuns objets à saisir que des sommets d'Arbres qu'il étoit impossible de discerner les uns d'avec les autres, ils ont eu recours à l'expédient de faire construire de grands Echafauts de plus de 100 pieds de hauteur qui leur donnoient de nouveaux objets plus pratiquables. Ces édifices hardis demandoient que ceux qui s'en servoient, le fussent aussi.

- 
- N**ous renvoyons entièrement aux Mémoires
- V. les M. L'Ecrit de M. Clairaut sur la Mesure de la Terre par  
 p. 111. plusieurs Arcs de Méridien pris à différentes Latitudes.
- p. 184. L'Observation de l'Eclipsé Lunaire du 26 & 27 Mars  
 par M. Cassini.
- p. 203. L'Ecrit de M. de Thury sur les précautions nécessaires  
 pour observer exactement les hauteurs des Etoiles.
- p. 255. L'Ecrit de M. Pitot sur une Question Astronomique utile  
 à la Navigation.
- p. 261. L'Observation de l'Eclipsé de Lune du 26 Mars par M<sup>rs</sup>  
 le Monnier.
- p. 302. L'Ecrit de M. de Maupertuis sur la figure de la Terre.
- p. 342. L'Observation du passage de Mercure sur le Soleil par  
 M. Maraldi.
- p. 375. Une Méthode de M. de Maupertuis pour trouver la dé-  
 clinaison des Etoiles.
- p. 443. L'Ecrit de M. Bouguer sur la figure de la Terre.







# MECHANIQUE.

## *SUR QUELQUES PROBLEMES DE DYNAMIQUE*

*PAR RAPPORT AUX TRACTIONES.*

**L**Es mouvements d'un ou de plusieurs Corps tirés par des Cordes, sont un des principaux Objets de la *Dynamique* ou Science des Forces. Nous en avons donné en 1711\* un échantillon qui a rapport à ce que nous allons exposer ici.

V. les M.

P. 1.

\* p. 58.

& suiv.

Il s'agissoit de la Courbe décrite par un Bateau, que tire avec une Corde d'une longueur déterminée & constante, un Homme qui marche d'un pas égal sur un rivage parfaitement droit, & qui va toujours sur le bord. Il se trouvoit que cette Courbe étoit Asimptotique, qu'elle avoit pour Asimptote ou pour Axe le rivage où elle n'arrivoit jamais, & que dans tous ses points sa Tangente, qui étoit la Corde, étoit toujours la même, propriété unique. On l'appelloit *Tractrice* ou *Tractoire*.

Il s'éleva dans l'Académie quelque contestation au sujet d'une Courbe qui pouvoit paroître une Tractoire, & de la même espece que celle dont on vient de parler, & M. Clairaut, qui soutenoit qu'elle n'en étoit pas, fut obligé à approfondir cette matière plus que l'on n'avoit encore fait.

Dans le cas du Bateau tiré, si la force qui le tire n'est que celle qui est nécessaire pour surmonter la résistance de l'eau, elle se consume toute entière par cet effort. Le Bateau n'a fait dans le premier instant que changer un peu de place, mais il n'a acquis aucune vitesse qui le fit aller plus loin, s'il étoit abandonné subitement par la force motrice, car il n'a pû que surmonter dans cet instant la résistance de l'eau. Dans l'instant

*Hist. 1736.*

Q

suivant la force recommence à surmonter cette résistance, elle renaît, & n'agit que comme elle a fait précisément dans le premier ; ainsi tous les instants ne sont absolument que le premier répété, ils ne tirent aucun avantage d'avoir été précédés par d'autres. La Traîtrice de 1711 a été conçûe dans cette supposition, qui à la vérité n'étoit que tacite, parce qu'elle est fort naturelle.

Mais si la force qui tire, excède celle de la résistance de l'eau, c'est autre chose. Je suppose, pour plus de facilité, que je marche sur une ligne droite, en tirant après moi avec une Corde un Corps qui est sur un plan horizontal. Si je n'ai fait que surmonter à chaque instant, comme il vient d'être dit, les frottements du Corps contre ce plan, il est clair que si je m'arrête tout-à-coup, le Corps s'arrêtera aussi. Mais si ce plan étoit assés poli pour ne faire aucune résistance au mouvement du Corps, ce Corps aura acquis un certain degré de vitesse qu'il conservera lors même que je cesserai de le tirer, puisqu'il n'aura pas perdu à chaque instant celle que je lui imprimois. Mais quel mouvement prendra-t-il, & quelle en sera la direction ? Il ne peut plus que décrire un arc circulaire plus ou moins grand selon la vitesse acquise, & le centre de cet arc sera le point où je me suis arrêté sur la ligne droite que je parcourois, & le rayon sera la Corde qui tiroit.

Que si, au lieu de m'arrêter, j'avois toujours poursuivi mon chemin, ce Corps n'en auroit pas moins eu une vitesse acquise correspondante à chaque pas que j'eusse fait, & propre par elle-même à lui faire décrire un certain arc circulaire ; mais à cause de mon mouvement toujours en ligne droite, il auroit pris aussi à chaque instant un mouvement dont la direction eût été en ligne droite, & par conséquent il auroit eu toujours un mouvement composé du droit & du circulaire. Il est visible que si au lieu de supposer le plan horizontal poli, je le suppose raboteux, mais que je tire avec une force supérieure à celle des frottements, cela reviendra au même.

Voilà donc deux manières essentiellement différentes dont

une Tractoire peut être formée, & elles viennent de la différence des forces. On a établi assés amplement dans les *Eléments de la Géométrie de l'Infini*, ce que c'est que Force simplement motrice, & Force accélératrice. Ici, si le plan où se fait la Traction n'est pas poli, la force qui n'est qu'égalé à la résistance des frottements, est simplement motrice à chaque instant, & ne produit qu'un mouvement simple & droit; si le plan est poli, elle est accélératrice, & produit un mouvement composé du droit & du circulaire. Il est certain que dans le premier cas la Courbe décrite est la Tractrice de 1711, mais l'est-elle encore dans le second? Non sans doute, n'y eût-il que la seule raison suivante. Dans cette Courbe la Corde est à chaque instant un rayon dont l'extrémité qui porte le Corps tiré, tend à décrire un arc circulaire, & en décrit actuellement un qui tient au moins du circulaire, & est un petit côté de la Courbe, le centre de cet arc est nécessairement au dedans de la Courbe, & enfermé dans la concavité, donc la Corde y est enfermée aussi. Donc elle n'en peut pas être la Tangente perpétuelle, comme elle l'est de la Tractrice de 1711.

Il est vrai que le 1<sup>er</sup> côté de la Courbe du 2<sup>d</sup> cas ne peut être que le même que le 1<sup>er</sup> de la Tractrice de 1711, ce qu'il vient manifestement de ce que dans le 1<sup>er</sup> instant la force ne peut être que simplement motrice de part & d'autre, mais au 2<sup>d</sup> instant la force est encore simplement motrice d'un côté, & de l'autre elle est déjà devenue accélératrice. Ce n'est qu'à ce 2<sup>d</sup> instant que peut commencer dans la Courbe du 2<sup>d</sup> cas la composition du mouvement droit & du circulaire.

Par cette composition il saute aux yeux que cette Courbe doit être une Cycloïde, comme le prétend M. Clairaut. On voit assés combien la Cycloïde est différente de la Tractrice, qui a un cours infini, une Asymptote, une Tangente constante, &c.

Une singularité de la Cycloïde, c'est que posée sur sa Base où elle a été formée par le roulement entier du Cercle générateur, elle commence & finit par avoir une courbûre

infinie, c'est-à-dire, selon le Livre des *Eléments*, &c. déjà cité, un 1<sup>er</sup> côté & un dernier infiniment petits du 2<sup>d</sup> ordre. Or cela se trouve ici dans la Tractoire du 2<sup>d</sup> cas, où la force n'étant que simplement motrice dans le 1<sup>er</sup> instant elle ne peut faire décrire à un Corps qu'un espace infiniment petit du 2<sup>d</sup> ordre dans un instant infiniment petit du 1<sup>er</sup>, ce qui a été démontré dans ce même Livre. Nous verrons bientôt ce qui doit arriver au dernier côté.

Puisque la courbûre de la Cycloïde est infinie à son 1<sup>er</sup> côté, elle doit aller ensuite en diminuant, c'est-à-dire, que ses côtés devenus du 1<sup>er</sup> ordre croîtront; & ils le doivent en effet dans cette Tractoire, où la vitesse que le Corps tire acquiert par la continuation de la Traction augmente toujours, & où par conséquent ce Corps parcourt ou décrit toujours de plus grands espaces en des instants égaux.

La raison qui fait croître ces espaces ou côtés de la Courbe, semble exiger qu'ils croissent toujours à l'infini, car en tirant un Corps je marche toujours à l'infini sur la même droite, & du même sens, & le Corps acquiert toujours de nouveaux degrés de vitesse. Cependant si la Tractoire que je fais décrire au Corps est une Cycloïde, il ne pourra décrire des espaces ou côtés croissants que jusqu'au milieu de cette Cycloïde, jusqu'au point où elle sera parallèle à la Base, après quoi les côtés sont nécessairement décroissants. Comment cela s'accorde-t-il?

La droite sur laquelle je marche est parallèle à la Base de la Cycloïde & coupe la Cycloïde en deux points. La distance des deux droites parallèles est la longueur de ma Corde. Au 1<sup>er</sup> instant de la Traction le Corps est posé à l'extrémité de la Base de la Cycloïde, & je tire perpendiculairement à cette Base; alors se forme le 1<sup>er</sup> côté de la Cycloïde par cette 1<sup>re</sup> Traction qui est hors de la Cycloïde, & en est Tangente. Au 2<sup>d</sup> instant je marche d'Occident en Orient, par exemple, laissant un peu après moi vers l'Occident le Corps qui au 1<sup>er</sup> instant n'étoit ni plus ni moins Occidental que moi, je ne puis donc plus le tirer que

d'Occident en Orient, & je continuë toujours ainsi de suite jusqu'à l'instant où le Corps arrivé précisément au milieu de la Cycloïde est précisément aussi Oriental que moi, c'est là où est le plus grand côté de la Cycloïde; après cela je continuë à marcher d'Occident en Orient, mais le Corps qui ayant été d'abord plus Occidental ou moins Oriental que moi, est devenu aussi Oriental, ne peut plus que l'être davantage, & toujours davantage, & je ne puis plus que le tirer d'Orient en Occident, direction contraire à celle que ma traction avoit auparavant. Ainsi dans toute la 2<sup>de</sup> moitié de la Cycloïde la nouvelle vitesse acquise détruit toute celle qui avoit esté acquise dans la 1<sup>re</sup> moitié, & cela en repassant par les mêmes degrés dans un ordre renversé, & enfin à l'extrémité de la Cycloïde le Corps se retrouve tel qu'il étoit à l'origine, c'est-à-dire, sans aucune vitesse. Si je continuë de marcher sur la même ligne droite, le Corps recommence à décrire une Cycloïde égale & semblable à la première, & toujours ainsi de suite à l'infini. Il faut qu'une Tractoire quelconque soit d'un cours infini aussi-bien que celle de 1711, & sans cette explication, on auroit eu de la peine à comprendre comment la Cycloïde en pouvoit être une, & surtout comment la vitesse ne s'accumuloit pas à l'infini. Sur les plans non polis elle périt à chaque instant infiniment petit, & renaît dans le suivant; sur les plans polis elle ne périt qu'après un temps fini, renaît ensuite, &c.

Nous avons conçu jusqu'ici que la Traction commençoit par être perpendiculaire à la ligne de *progression*, sur laquelle marche la puissance qui tire. En ce cas la Courbe décrite est la Cycloïde ordinaire où le mouvement droit & le circulaire qui la forment sont égaux. Car ils le sont toujours dans la description de cette Courbe s'ils le sont une fois: or ils le sont à l'origine de celle-ci. La 1<sup>re</sup> ligne de traction & la 2<sup>de</sup> qui vient après un pas infiniment petit de la Puissance, font entre elles un angle dont la base est le pas ou mouvement droit de la Puissance, & en même temps l'arc circulaire infiniment petit, qui mesurerait ce qu'il y a de circulaire dans

le mouvement total. Donc les deux mouvements composés seront égaux dans toute la Cycloïde.

Ce ne seroit plus la même chose si la 1<sup>re</sup> ligne de traction étoit oblique à la ligne de progression. La 2<sup>de</sup> ligne de traction seroit bien avec la 1<sup>re</sup> un angle dont la base seroit encore le même pas de la Puissance, mais la mesure de cet angle qui seroit nécessairement plus petit que dans l'autre cas, seroit aussi un plus petit arc, & par conséquent le mouvement droit seroit plus grand que le circulaire, & il en résulteroit une Cycloïde allongée.

On pourroit même avec une 1<sup>re</sup> traction perpendiculaire avoir encore une Cycloïde allongée, pourvû qu'on supposât que le Corps tiré avoit par lui-même un mouvement selon une droite parallèle à la ligne de progression.

Et si au lieu de ce mouvement droit on lui en supposoit un circulaire, il est clair que la Cycloïde seroit accourcie.

Ce ne sont là que les fondements sur lesquels M. Clairaut s'éleve à des Problemes plus composés. Il cherche quelles Courbes on décriroit en tirant plusieurs Corps liés ensemble par une même Corde, qui auroient par eux-mêmes des mouvements particuliers, qui ne seroient point sur des plans Horizontaux, &c. Mais ceux qui aiment les difficultés & les finesses du Calcul Géométrique, méritent bien qu'on leur réserve quelque chose qui ne soit que pour eux.

### *SUR LA VIS D'ARCHIMEDE.*

V. les M.  
p. 173.

CETTE Vis, est une des plus anciennes & des plus ingénieuses Machines que l'on connoisse, & elle seroit digne du grand nom qu'elle porte, quand même Archimede n'en seroit pas véritablement l'inventeur. L'effet en est de faire monter de l'Eau, qui cependant descendra toujours réellement, & de la faire monter parce qu'elle descendra toujours. Il n'y a point là d'équivoque d'idées, ni d'abus des termes. Le Probleme ainsi proposé, auroit dû paroître embarrassant & paradoxal, & quoiqu'il soit à présent bien résolu & bien

connu, il n'a peut-être pas encore été ni assez approfondi ni assez expliqué.

Que l'on conçoive qu'une Vis soit un Canal flexible roulé autour d'un Cilindre depuis un bout jusqu'à l'autre. Ce Canal sera une Spirale ou Hélice, dont on suppose que tous les intervalles des *Spires* ou pas de Vis sont égaux. Le Cilindre étant posé verticalement, si l'on met dans le Canal roulé une Boule pesante qui puisse s'y mouvoir librement, il est certain qu'elle en suivra tous les tours depuis le haut jusqu'en bas, & descendra toujours & autant qu'elle eût fait si elle fût tombée en droite ligne le long de l'axe du Cilindre; seulement elle fût tombée alors en moins de temps. Si le Cilindre est posé horizontalement, on peut encore mettre la Boule dans le Canal par son ouverture, elle descendra en suivant la direction de la première demi-spire, mais dès qu'elle sera arrivée au point le plus bas de cette portion du Canal, elle s'y arrêtera. Il faut remarquer que quoique sa pesanteur n'ait eu d'autre effet que de la faire descendre dans la demi-spire, la position oblique de ce petit canal par rapport à l'Horison a été cause que la Boule en descendant toujours, a toujours avancé de l'extrémité du Cilindre d'où elle étoit partie vers l'autre extrémité.

Il est impossible qu'elle avance davantage vers cette extrémité, qu'on peut nommer la 2<sup>de</sup>, si le Cilindre posé horizontalement demeure toujours immobile. Mais si lorsque la Boule est arrivée au bas de la première demi-spire, on fait tourner le Cilindre sur son axe sans changer sa position, & de manière que le point le plus bas de la demi-spire, sur lequel pesoit la Boule, vienne à s'élever, alors la Boule tombe nécessairement de ce point là sur celui qui lui succède, & qui devient le plus bas; mais ce second point étoit un point plus avancé vers la 2<sup>de</sup> extrémité du Cilindre, donc par cette nouvelle chute la Boule se fera avancée vers cette extrémité, & toujours ainsi de suite, de sorte qu'elle y arrivera à la fin en tombant toujours, le Cilindre continuant toujours de tourner.

La Boule en tombant toujours a avancé d'une ligne droite

égale à l'axe du Cilindre, & cette ligne est horifontale, parce que le Cilindre est posé horifontalement. Mais s'il avoit été oblique à l'horifon, & je suppose qu'il tourne toujours & du même sens, il est aisé de voir que la Boule partie du bas du Canal, & arrivée par sa seule pesanteur au point le plus bas de la première demi-spire, auroit été, comme dans le cas précédent, abandonnée par ce point qui se seroit élevé, & jettée sur le point suivant qui auroit pris sa place. Or ce point suivant étoit plus avancé vers la 2<sup>de</sup> extrémité du Cilindre plus élevée que celle d'où la Boule étoit partie; donc la Boule en tombant toujours par sa pesanteur se seroit toujours élevée en vertu de la rotation du Cilindre. Elle se seroit toujours avancée d'une extrémité vers l'autre de toute la longueur de l'axe, mais elle ne se seroit élevée que de la hauteur verticale déterminée par l'obliquité de la position du Cilindre.

A la place de la Boule, il ne faut qu'imaginer de l'Eau qui a été puisée par l'ouverture inférieure du Canal plongée dans un Réservoir. Cette eau est tombée d'abord dans le Canal par sa seule pesanteur, le Cilindre a tourné, & par sa rotation continuée l'Eau en avançant toujours dans le Canal qui monte s'élève jusqu'à son ouverture supérieure par où elle sort. Voilà le jeu de la Vis d'Archimède que M. Pitot s'est proposé d'examiner. Il y a cependant une différence entre l'Eau & la Boule, c'est que l'Eau est un fluide qui étant tombé d'abord dans le Canal par sa seule pesanteur, y remonte aussi par cette seule cause jusqu'au point du niveau. Il suffit de considérer cette première quantité d'eau entrée dans le Canal indépendamment de la rotation du Cilindre, & qui seroit ensuite portée par cette rotation jusqu'à l'ouverture supérieure du Canal, quoique de nouvelle eau ne lui succedât pas incessamment. Il est clair que la quantité totale de l'Eau élevée par la Vis en un certain temps ne sera que cette première quantité répétée un certain nombre de fois, & c'est-là la principale & la plus importante des déterminations que M. Pitot a faites sur ce sujet.

L'Hélice



L'Hélice ou Spirale formée du Canal qui tourne autour du Cilindre est composée de différentes Spires dont la longueur dépend de la grosseur du Cilindre, & qui sont toutes égales & semblables entr'elles quand on a supposé, comme ici, leurs intervalles égaux. Ainsi il est bien sûr que pour avoir la quantité totale d'Eau élevée par la Vis, il ne faudra que sçavoir si la première Spire ou quelle portion déterminée de cette Spire a été remplie par la première eau entrée naturellement dans le Canal, & multiplier ensuite cette grandeur par le nombre connu des Spires ou portions de Spires. M. Pitot appelle *arcs hidrophores* ces portions du Canal ou de la Courbe remplies d'eau, égales & semblables entr'elles quand on les conçoit comme distinctes.

La grandeur d'un arc hidrophore dépend essentiellement de la courbure de l'Hélice. Il est évident que la quantité de la première eau, qui entrera d'elle-même dans le Canal, sera plus petite quand ce Canal sera droit, que quand il sera courbe & contourné, mais on va le voir beaucoup plus particulièrement en approfondissant la nature de l'Hélice de la Vis.

C'est une Courbe qui a autant de points d'inflexion que de demi-spires. Si je veux rouler un fil autour d'un Cilindre vertical depuis le bas jusqu'au haut, je puis faire que la première demi-spire de ce fil, celle qui est posée sur la surface antérieure du Cilindre, tourne en embas ou la concavité ou la convexité de son arc ; mais si c'est la concavité que je lui ai fait tourner en embas, il faudra, quand je ferai passer le fil à la surface postérieure du Cilindre, que le nouvel arc ait au contraire sa concavité tournée en enhaut ; car s'il l'avoit encore tournée en embas, il redescendrait après avoir monté, & il doit monter toujours. On s'en convaincra aisément par un moment d'attention. Or quand une Courbe ayant tourné sa concavité ou sa convexité d'un côté, vient à la tourner du côté opposé, il y a là un point d'inflexion. Donc il y en a un quand le fil passe de la surface antérieure du Cilindre à la postérieure, c'est-à-dire, en général après avoir

fait une demi-spire, donc il y a autant de points d'inflexion que de demi-spires. Comme on sçait que ces points sont réels, on entend bien qu'ils ne sont pas, si l'on ne veut, au passage de la surface antérieure à la postérieure, car l'antérieur & le postérieur ne sont ici rien de réel, ils sont toujours dans le passage que fait une Spire de la concavité à la convexité ou au contraire, de quelque manière que la Spire soit posée sur la surface du Cilindre.

Quand une Courbe a une inflexion, si l'on tire par ce point une droite horisontale, les deux Branches, l'une concave, l'autre convexe, vont en s'élevant ou en s'abaissant par rapport à cette ligne, chacune de son côté, & si ces deux Branches sont égales & semblables, comme elles le sont dans l'Hélice de la Vis, elles s'élèvent ou s'abaissent également jusqu'à un certain point, après quoi elles recommencent ou à descendre ou à monter par rapport à la ligne horisontale. Le point le plus haut où elles montent, est plus haut, & le plus bas où elles descendent, est plus bas selon la nature de la Courbe. L'Hélice de la Vis étant un Canal, il s'y forme donc à chaque point d'inflexion, d'un côté une espece de Vase creux où l'eau tombe par sa pesanteur, & de l'autre une espece de Monticule sur lequel l'eau est conduite par la rotation du Cilindre. L'arc hidrophore contient en même temps ces deux portions d'eau; mais il faut considérer de plus que celle qui est sur le Monticule oblige l'eau inférieure à monter jusqu'à son niveau, ce qui augmente la quantité d'eau contenuë dans l'arc hidrophore, ou, ce qui est le même, rend l'arc hidrophore plus grand. Voilà les fondemens d'un Calcul assés délicat que M. Pitot a fait pour déterminer cette grandeur. Comme les Méthodes modernes y ont été nécessaires, on pourroit croire qu'Archimede lui-même auroit été embarrassé à calculer exactement la Machine, mais il faut être fort retenu à juger qu'il y ait eu rien au dessus d'une si forte tête.

## SUR LA LONGUEUR DU PENDULE DANS LA ZONE TORRIDE.

**M**ESSIEURS Godin, Bouguer & de la Condamine, qui étoient partis pour le Perou au mois d'Avril 1735, n'y arriverent pas aussi promptement qu'ils l'avoient espéré. Différents accidents sur lesquels on ne compte point, & qui ne sont pourtant pas fort rares, les arrêterent à la Martinique, à St Domingue, à Porto-bello. Mais quoiqu'ils ne pussent pas encore s'occuper du principal objet de leur Voyage, la Nature est par-tout, & ils trouvoient par-tout à observer. Ils prenoient des Latitudes ou des déclinaisons de l'Aiguille, ils déterminoient les différens degrés de chaleur, ou les Réfractions Astronomiques, ils portoient leurs Barometres jusque sur des Montagnes où ils frayoient le chemin aux gens même du Pays qui les avoient toujourns cruës inaccessibles, & là ils voyoient les abaiffemens du Mercure. Mais leur plus grand travail, & celui qui appartenoit de plus près au dessein du Voyage, étoit de mesurer la longueur du Pendule dans les différens lieux de la Zone Torride, quand les séjours forcés qu'ils y faisoient leur en procuroient le loisir. Ils s'en consoloient par-là.

Nous avons donné en 1735 \*, par le récit de ce que fit M. de Mairan à Paris, une idée de ce que c'est que de déterminer exactement la longueur du Pendule. Les trois Académiciens qui étoient en Amérique ont eu les mêmes attentions, des scrupules aussi délicats, & en ont eu même de nouveaux selon que le demandoient les différentes pratiques qu'ils se propofoient de suivre. Nous ne rapporterons ici que ce qu'il y aura de plus singulier.

M. Bouguer \* fit une remarque importante & neuve, sur laquelle il fonda une nouvelle circonspection de pratique. On compte les vibrations ou oscillations du Pendule simple dont on se sert, & on en compare le nombre à celui des

\* p. 81.  
& suiv.

\* V. les M.  
P. 409.

## 116 HISTOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

Secondes que marque une Horloge bien réglée pour le temps pendant lequel le Pendule a été en mouvement, & l'on voit quel est le rapport du nombre des oscillations à celui des Secondes, d'où l'on tire par l'Analogie fondamentale de toute cette Théorie exposée en 1735 quelle auroit dû être la longueur du Pendule, afin que ces deux nombres fussent égaux, c'est-à-dire, que le Pendule battît les Secondes juste. Il paroît indifférent pendant quel temps le Pendule se meuve, pourvû que ce soit un temps assés long pour absorber les petites erreurs qui peuvent se glisser dans le compte des oscillations, & comme pour l'extrême justesse dont on a besoin on répète la même observation, on fait mouvoir le Pendule tantôt plus long-temps, & tantôt moins. Mais M. Bouguer s'est apperçû, contre ce que l'on croit communément, que les oscillations du Pendule deviennent toujours plus promptes à mesure qu'elles deviennent moindres; ainsi on se tromperoit en comptant qu'il y en eût en 2 heures précisément le double de ce qu'il y en avoit en 1 heure, & pour éviter cette erreur, quoiqu'assûrément légère, M. Bouguer en répétant ses expériences, soit dans le même lieu, soit en différents lieux, prenoit toujours la même somme d'oscillations faites en un même temps qu'il avoit fixé de 4 heures. Il faisoit toujours aussi commencer le mouvement de son Pendule par des oscillations de 2 pouces. Les choses que l'on veut comparer, ne sçauroient être trop égales hors du point de leur différence; mais il avoit aussi une autre raison pour ces deux précautions, il vouloit ne pas attendre de petites vibrations de 1 ligne  $\frac{1}{2}$ , dont le commencement & la fin auroient été difficiles à déterminer précisément.

M. Bouguer jugea cette perfection de l'égalité si avantageuse dans les comparaisons exactes, qu'il s'avisa d'un Pendule *invariable* auquel il rapporteroit tous ceux des différents lieux où il observeroit, qui seroit par-tout de la même longueur, & si solidement construit que les différentes températures de l'Air ne l'altéreroient pas sensiblement. Il ne seroit question que de régler bien sûrement la longueur pour un

premier lieu, où il auroit battu les Secondes, après quoi par le nombre de vibrations qu'il feroit en 4 heures dans un autre lieu, on verroit combien il en auroit fait de trop ou de trop peu pour battre les Secondes, & par conséquent de combien il auroit fallu l'allonger ou l'accourcir pour les lui faire battre, c'est-à-dire, quelle seroit la longueur du Pendule en ce lieu là. On n'auroit donc plus à prendre en chaque lieu une nouvelle longueur du Pendule, mais seulement la quantité qu'il auroit été nécessaire d'ajouter à celle du Pendule invariable, ou en retrancher, & cela seul produisoit un avantage, car sur la longueur du Pendule de deux lieux différents on pouvoit s'être trompé d'une assez grande fraction, de  $\frac{1}{2}$  ligne, par exemple, sur chacune, au lieu que par la nouvelle méthode on ne prenoit que des différences du Pendule invariable au Pendule supposé du second lieu, & l'erreur ne pouvoit rouler que sur de très-petites fractions comme  $\frac{1}{100}$  de ligne.

Ce ne fut qu'à S.<sup>r</sup> Domingue que M. Bouguer eut cette pensée, & s'il l'eût eüe dès Paris, il y eût fait executer plus commodément la Machine du Pendule invariable. Mais enfin elle le fut assez bien à S.<sup>r</sup> Domingue. Son Pendule invariable fut de 36 pouces, 9  $\frac{277}{1000}$  lignes, & le Pendule de S.<sup>r</sup> Domingue devoit être de 36 pouces, 7  $\frac{1}{3}$  de lignes. Quand il passa de-là à Porto-bello, il trouva par cette voye que le Pendule du lieu y étoit de  $\frac{17}{100}$  lignes plus court, qu'à S.<sup>r</sup> Domingue, & enfin quand il fut passé à Quito dans la Terre-ferme d'Amérique fort proche de l'Equateur, le Pendule n'étoit plus que de 36 pouces 7 lignes ou à très-peu près, plus court qu'à Paris de 1  $\frac{1}{9}$  lignes, selon les expériences de M. de Mairan.

*SUR LE MOUVEMENT  
DE DEUX LIQUIDES QUI SE CROISENT.*

V. les M.  
p. 191.

**I**L faut imaginer deux Tuyaux de même longueur & de même diamètre, qui se croisent à leur milieu sous un angle quelconque, & ayant chacun à ce point d'interfection une entaille égale, de sorte qu'ils ne soient en cet endroit qu'un seul & même Tuyau. On pousse en même temps par l'un & par l'autre avec la même force deux Liqueurs différentes d'une pesanteur égale, & qui se distingueront par la couleur; qu'arrivera-t-il quand elles seront toutes deux arrivées à l'endroit de l'interfection des deux Tuyaux?

Feu M. Varignon a cru qu'elles se traverseroient l'une l'autre, parce que dans des expériences qu'il fit avec des Chalumeaux entaillés où l'on pouffoit d'un côté de l'Eau, & de l'autre du Vin rouge, ou de l'Air pur & de la fumée, il vit que chaque liqueur sortoit par le même tuyau par où elle étoit entrée, & en sortoit sans emporter aucun mélange sensible de l'autre liqueur. Elles s'étoient donc bien parfaitement traversées l'une l'autre lorsqu'elles s'étoient rencontrées.

M. du Fay, à qui malgré l'autorité très-légitime de M. Varignon, cela parut peu vraisemblable, en a voulu faire l'expérience de son côté, & la faire avec plus de sûreté & des Machines mieux construites, dont nous supprimons le détail de la construction; l'essentiel demeureroit toujours nécessairement le même.

Ce n'étoient plus deux personnes différentes, dont les forces ne peuvent presque jamais être égales, qui pouffoient les liqueurs dans les deux tuyaux croisés, ces liqueurs, d'une même pesanteur spécifique, tomboient de deux Entonnoirs assés grands & égaux dans des Tuyaux croisés égaux, & par conséquent y entroient avec la même vitesse acquise par leur chute. Il est très-certain que chacune sortoit par le Tuyau par où elle n'étoit point entrée, & en sortoit pure, ce qui

ne peut être, à moins qu'au point de leur rencontre elles n'ayent été l'une à l'égard de l'autre un obstacle invincible à cause de l'égalité de leurs forces, une espece de mur impénétrable, & qu'en s'y réfléchissant selon les Loix du mouvement connues, elles ne se soient obligées mutuellement à changer de route. Cela seroit assés sûr quand on ne feroit que le deviner, mais on le voit, M. du Fay s'étoit ménagé une Glace qui decouvroit tout le mystere de l'opération.

Il suit de-là qu'il n'importe sous quel angle les Tuyaux se croisent, la réflexion se fait sous tous les angles.

L'égalité de force dans les deux liqueurs est essentielle. Cette égalité dépend & de la pesanteur spécifique, & du diametre des tuyaux où les liqueurs coulent. Si elle manque en l'un ou l'autre de ces deux points, la liqueur la plus forte enfonce l'autre, & s'y mêle plus ou moins selon la supériorité de force.

Elles peuvent se mêler par la seule nécessité de couler ensemble. Si l'endroit où elles se rencontrent n'étoit plus une espece de point physique comme on le suppose ici, mais un canal de quelque longueur, il faudroit bien que les deux liqueurs se mêlassent, & qu'elles ne sortissent que confonduës, sans aucune distinction de Tuyaux. On pourra suivre ces conséquences encore plus loin si l'on veut. On voit de reste ce qui a dû tromper M. Varignon. Il étoit important d'avertir les Physiciens de l'erreur d'un aussi habile homme, mais il l'est encore plus qu'ils apprennent à se défier des observations précipitées.

### *OBSERVATION DE MECHANIQUE.*

**M** DE BUFFON ayant cru qu'il seroit avantageux de pouvoir employer à tanner les Cuirs le bois du Chêne, au lieu de n'y employer que l'écorce, comme l'on a toujours fait jusqu'ici, a fait l'essai de cette nouvelle idée sur du bois de jeunes Chênes, qui effectivement a aussi bien réussi que l'Ecorce sur le Cuir de Mouton & celui de Veau,

mais non pas sur le Cuir fort de Bœuf, & celui de Vache. Cependant M. de Buffon ne renonce pas encore à tanner tous les Cuirs avec le bois, & il croit que le secret vaut la peine d'être cherché.

*MACHINES OU INVENTIONS  
APPROUVÉES PAR L'ACADEMIE  
EN M. DCCXXXVI.*

I.

UNE Machine de M. des Parfieux pour tailler des Verres Objectifs de Lunettes avec justesse, & même plusieurs à la fois, comme 3 ou 4 sur une même Molette. Elle a été trouvée très-ingénieuse, & plusieurs des Verres qu'on en a éprouvés ont bien réussi.

II.

Trois Instruments Astronomiques de M. de Genffane.

1. Un Planisphère composé de 8 platines de carton, qui représenteront par leurs mouvements ceux du Soleil & de la Lune, le mouvement des Nœuds de la Lune, sa latitude, son âge, & jusqu'à la différence des jours vrais & moyens.
2. Un Cadran vertical universel composé de 3 platines.
3. Une Machine, dont on n'a vû que le dessein, pour observer le passage des Étoiles par le Méridien. Il y entre deux Miroirs par le moyen desquels se fait l'observation.

On a trouvé sur les 2 premiers que l'Auteur qui ne s'étoit pas tant proposé de donner des choses nouvelles que d'en réunir plusieurs ensemble, y avoit réussi ; sur le 3<sup>me</sup> que la Théorie en étoit ingénieuse, mais qu'on ne pouvoit sçavoir quelle seroit la précision dans la pratique, & sur le tout ensemble que l'exécution de ces Instruments ne pouvoit être que très-curieuse, & propre à faciliter l'intelligence du Ciel, & les opérations Astronomiques.





MEMOIRES  
DE  
MATHEMATIQUE  
ET  
DE PHYSIQUE,  
*TIRES DES REGISTRES*  
*de l'Académie Royale des Sciences,*  
De l'Année M. DCCXXXVI.

---

SOLUTION

*De quelques Problemes de DYNAMIQUE\*.*

Par M. CLAIRAUT.

**L**A dispute qui a duré pendant plusieurs assemblées entre 30 Avril  
M. Fontaine & moi, au sujet de la *Tractoire*, m'a engagé 1735.  
aux recherches que je donne présentement.

\* Le Voyage de M. Clairaut au Nord a empêché que ce Mémoire fût  
imprimé dans l'année où il auroit dû l'être.

*Mem. 1736.*

A

## 2 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

On sçait que cette Courbe se décrit sur un plan horizontal par un poids attaché à une des extrémités d'un fil, pendant qu'on tire l'autre le long d'une ligne droite. La propriété de cette Courbe la plus essentielle, est que le fil la touche continuellement, ce que l'on comprend aisément pour peu que l'on fasse attention à la sorte de mouvement qu'a le corps traîné. On voit que la main qui tire le fil, ne lui donne jamais que la force qu'il faut pour vaincre le frottement du plan, de manière que le corps peut être regardé à chaque instant comme en repos, & alors il décrit les petits côtés de la Courbe suivant la direction du fil qui le tire.

Je crois avoir démontré suffisamment que la Tractoire ne se décrit plus, lorsque le plan est parfaitement poli, ou lorsque la force que l'on employe pour tirer le corps est plus grande que celle qu'il faut pour vaincre seulement le frottement. Ma démonstration étoit fondée sur ce que dans ce cas le corps ayant acquis une fois une vitesse par l'impulsion que le fil lui a donnée, il doit toujours en avoir une réelle & continuë dans la Courbe qu'il décrit. Puisqu'il a une vitesse, il faut qu'il ait une force centrifuge; s'il a une force centrifuge, il doit y avoir une force centripete qui en détruise l'effet: & comme dans le mouvement dont nous parlons, il n'y a d'autre force que celle du fil, il ne sçauroit être tangent à la Courbe, mais il doit être du côté de la concavité, autrement la force centrifuge emporteroit le corps.

Après avoir démontré que la Courbe n'étoit plus une Tractoire, comme M. Fontaine le prétendoit, il étoit naturel de chercher ce qu'elle étoit. C'est à quoi je me suis appliqué. J'ai d'abord supposé, pour plus grande facilité, que la vitesse avec laquelle on tire le fil, est constante; je l'ai rendu ensuite variable, puis j'ai tiré le fil le long d'une courbe quelconque au lieu d'une droite, & insensiblement cela m'a conduit à une plus grande recherche, car pour peu qu'on pense à ce Probleme, il en vient dans l'esprit beaucoup d'autres de la même nature qui lui ressemblent, & qui dépendent tous d'une même théorie sur laquelle on a bien peu de choses de connues.

Je donne dans ce Mémoire un affés grand nombre de ces Problemes, & je tâche de les expliquer de manière qu'on en tire de soi-même la Méthode générale pour résoudre tous ceux de la même espece. Cela fait, pour ainsi dire, une Classe de Problemes Physico-mathématiques, dont le but est de trouver les mouvements qui arrivent à plusieurs corps qui décriroient ou parcourroient certaines lignes, s'ils se mouvoient librement par de premières impulsions données, ou par des forces accélératrices comme la gravité, lorsque ces corps sont liés ensemble par des fils, & qu'ils s'alterent réciproquement leurs mouvements. Je n'examinerai dans ce Mémoire que les différentes Courbes qu'on peut décrire avec deux poids attachés à un fil, mais les Méthodes que je donnerai pourront s'appliquer aussi à un plus grand nombre de corps.

## L E M M E I.

*Soient les droites APpq & Mmn, sur lesquelles on ait pris les parties infiniment petites Pp & Mm, de manière que PM & pm soient égales, je dis que si l'on fait  $pq = Pp$ , &  $mn = Mm$ , l'angle que font ensemble les droites pm, qn, sera égal à l'angle des droites PM & pm.*

Fig. 1.

Pour le démontrer, qu'on mene PQ parallele à pm, & mQ parallele à Pp, l'angle MPQ sera égal à celui que font les droites PM & pm, & MQ sera la mesure de cet angle à cause que  $PM = pm = PQ$ . Si l'on mene ensuite PR parallele & égale à qn, & nR parallele & égale à Pq, ces droites se rencontreront en q sur MQ prolongée au point R où  $QR = MQ$ , & l'angle QPR sera évidemment égal à l'angle fait entre les droites pm & qn. La question se réduit donc à démontrer que les angles MPQ & QPR sont égaux, ce qui est bien facile, puisque MR, qui est perpendiculaire à PM, & infiniment petite, peut passer pour un arc de cercle, qui étant divisé en deux au point Q, divise de même l'angle MPR.

# 4 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

## PROBLEME I.

Fig. 2.

*EPM est un plan horizontal sur lequel on a tracé une rainure droite EPp. Dans cette rainure est le corps P auquel est attaché le corps M par le fil ou la verge inflexible PM. On suppose que l'on fasse mouvoir le corps P dans sa rainure, de manière que sa vitesse soit constante. Le corps M qui sera obligé de le suivre à cause de l'inextensibilité de PM, décrira pendant ce mouvement une Courbe. On demande quelle en sera la nature. Pour rendre le Probleme plus général, on supposera que le corps M ait eu au commencement de son mouvement une vitesse & une direction quelconque.*

### SOLUTION.

Supposons que le fil soit arrivé dans une situation quelconque  $PM$ , & que les corps  $P$  &  $M$  viennent de décrire pendant un instant les petites droites  $Pp$  &  $Mm$ . Dans un instant suivant, égal au premier, le corps  $P$  se trouvera en  $q$  où  $pq = Pp$ , puisque la vitesse du corps  $P$  est constante. Mais le corps  $M$  se trouvera en quelque point  $o$  qu'il faut chercher pour placer le côté  $mo$  consécutif au côté  $Mm$  de la courbe demandée; pour le trouver, il faut faire attention que ce qui empêche le corps  $M$  de s'en aller en ligne droite, & de faire à chaque instant égal des droites égales  $Mm$  &  $mn$ , c'est l'action du fil sur ce corps, action produite par le mouvement du corps  $P$ , & qui se fait dans la direction du fil. On peut regarder cette action comme une force attractive du corps  $P$  sur  $M$ , qui s'appliqueroit à chaque instant, ainsi que toutes les forces accélératrices, & qui pourroit être représentée par quelque petite droite  $mk$  infiniment petite du second ordre. Donc si l'on connoissoit cette petite droite  $mk$  qui exprimât l'action du fil, en faisant le parallélogramme  $Kmno$ , dont le côté  $mn$  seroit égal au côté  $Mm$ , la diagonale  $mo$  de ce parallélogramme seroit le second côté de la courbe demandée. Mais quelle que soit cette petite droite  $mk$ , puisqu'elle est un infiniment petit du second ordre, on

peut regarder  $no$  comme étant pris sur la droite  $qn$ , parce qu'il n'en peut résulter qu'une erreur infiniment petite du troisième ordre pour la longueur & la position de  $mo$ . Or si l'on peut regarder le second côté  $mo$  de la courbe comme venant se terminer sur la droite  $qn$ , que l'on sçait être placée de manière que  $pq = Pp$  &  $mn = Mm$ , en remarquant de plus que le fil ne peut point s'allonger par l'hypothèse, il faudra que  $qo$  soit égal à  $pm$  & à  $PM$ , & alors le Lemme précédent fournira une propriété fort remarquable de la courbe cherchée, c'est que pendant que le corps  $P$  marche d'une vitesse uniforme, le fil  $PM$  fait des angles  $EPM$  avec la droite  $AP$  qui varient toujours de la même grandeur, puisque les angles compris entre les droites  $PM$ ,  $pm$  &  $qn$ , sont égaux par le Lemme précédent. Cette propriété peut faire une description géométrique de la courbe fort facile, & en même temps capable d'en faire reconnoître la nature. Il faudra, pour décrire notre Courbe, faire marcher un Cercle, de façon que son centre  $P$  se meuve d'une vitesse uniforme dans la droite  $EPp$ , pendant que son rayon  $PM$  marche avec une vitesse uniforme aussi dans la circonférence. Tout le monde reconnoîtra par cette description la Cycloïde allongée ou raccourcie. Courbe bien différente de la Trajectoire de M. Fontaine, qui ne se décrit que dans le cas où le corps  $M$  n'a jamais de vitesse continuë, le frottement du plan détruisant toujours son mouvement à chaque instant.

Il est évident que pour déterminer entre toutes les Cycloïdes qui se décrivent par le mouvement du corps  $M$ , celle que l'on doit avoir en prenant pour cas particulier certaines valeurs pour la vitesse du corps  $P$ , pour celle du corps  $M$  au commencement du mouvement & pour l'angle  $EDd$  que fait la direction de la première impulsion avec le fil, il ne faut que connoître la position du premier côté  $Dd$  que le corps  $M$  décrit pendant que le corps  $P$  parcourt la partie infiniment petite  $Ee$ , car on en tirera la valeur de l'angle que fait  $DE$  avec  $ed$ , & par conséquent le rapport de la vitesse du corps  $M$  dans le cercle qu'il décrit autour du

Fig. 3.

# 6 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

centre  $P$ , à la vitesse de ce centre, ce qui donne la construction de la Cycloïde allongée ou raccourcie qui convient au cas que l'on s'est proposé.

Si l'on veut que le corps  $M$  n'ait point de vitesse au commencement, & que toute sa vitesse lui vienne de la traction du fil, ce qui est le cas qui donne la Tractoire, lorsque le frottement empêche le corps  $M$  d'avoir une vitesse continuë, il est bien aisé de voir les Cycloïdes particulières que l'on a dans ces cas, car comme au commencement du mouvement le corps  $M$  n'a point de vitesse, c'est-à-dire, que le premier côté sera commun à la Tractoire & à la Cycloïde cherchée, d'où elle sera aisée à déterminer.

Fig. 3.

Supposons que le fil  $PM$ , dans sa première direction  $ED$ , soit perpendiculaire à  $EP$ , il est évident que le premier petit côté de la courbe sera infiniment petit du second ordre, & que l'angle  $Ede$ , fait entre la première direction du fil & la seconde, aura pour mesure  $Ee$ , en prenant  $ED$  pour rayon, d'où il suivra que la vitesse circulaire du corps  $D$  ou  $M$  sera la même que la vitesse rectiligne du corps  $E$  ou  $P$ . La Cycloïde dans ce cas n'est donc ni allongée ni raccourcie, c'est la Cycloïde ordinaire, qu'on décrirait en faisant rouler un cercle dont le rayon seroit  $ED$  sur la droite  $DF$  parallèle à  $EP$ , le point  $D$  étant le point décrivant. Il est à remarquer alors que le corps  $D$  ou  $M$ , au lieu de décrire une Tractoire qui a  $EP$  pour asymptote, vient couper  $EP$  en un point  $G$  où  $EG$  est égal au quart de cercle moins le rayon, passe ensuite de l'autre côté de la rainure, décrit l'arc  $GH$ , vient recouper la rainure en  $H$  pour faire ensuite un autre arc  $HF$  égal à  $DG$ , & rebrousser ensuite pour faire une autre Cycloïde égale à la première, & ainsi de suite une infinité de fois.

Fig. 4.

Si le fil, dans sa première situation, étoit en  $LC$  oblique avec  $EL$ , le corps  $C$  étant obligé de suivre le corps  $L$  pendant qu'il va de  $L$  en  $I$ , il décrira en même temps  $Cc$  qui sera le premier côté de la courbe cherchée, & qui étant selon la direction du fil, rendra la courbe tangente en ce point au fil,

d'où l'on connoîtra l'angle  $LCR$  que fait le fil dans la première direction avec la seconde ;  $LR$ , mesure de cet angle, donne par son rapport avec  $Ll$ , qui est le même que celui de  $CO$  à  $CL$ , la valeur de la vitesse du corps  $C$  dans le cercle qu'il décrit autour de  $L$ . Il est évident que dans ce cas on n'a que des Cycloïdes allongées, puisque la vitesse circulaire est moindre que la rectiligne.

On peut voir encore aisément que la même Cycloïde  $CcG$  se peut décrire en faisant partir d'abord le fil  $LC$  d'une situation perpendiculaire, c'est en le plaçant en  $ED$ , & en donnant au corps placé en  $D$  dans ce cas, une vitesse selon une direction parallèle à  $EeL$ , puisque la tangente de la Cycloïde  $DCG$  est alors suivant cette direction, il faut de plus que la vitesse que l'on donne au corps en  $D$  soit telle qu'il parcourt une partie  $Dd = Ee - LR$ , dans le même temps que  $Ee$  est parcouru par le corps  $E$ .

De cette façon le corps placé d'abord en  $D$ , parcourt un arc  $DC$  concave vers  $EP$ , ensuite un arc convexe qui coupe deux fois la rainure comme dans le cas précédent, & vient se rejoindre à un arc concave pour recommencer ensuite une autre Cycloïde allongée & égale à la première.

Il est évident que ce mouvement se passera de même, soit que le corps commence en  $D$  de la façon dont je viens de le dire, soit qu'il commence en  $C$  avec l'obliquité  $LC$ , pourvu que le fil  $LC$  communique au corps  $C$  ( si on le suppose en repos ) la vitesse qu'il lui faut pour parcourir  $Cc$  dans l'instant que le corps  $L$  met à aller de  $L$  en  $l$ .

## PROBLEME II.

*Soit sur un plan horizontal, le fil  $MN$  chargé de deux poids  $M$  &  $N$ , on demande les Courbes que décrivent ces deux poids, en supposant qu'ils aient reçu chacun une impulsion suivant une direction quelconque.*

Fig. 5.

## SOLUTION I.

En regardant l'action du fil  $MN$  pour empêcher les corps

# 8 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

$M$  &  $N$  de décrire des lignes droites comme une force d'attraction qui feroit faire à chacun de ces poids l'un vers l'autre des chemins réciproques à leurs masses, on verra aisément par le Livre des *Princip. Mathem. Philos. natur. Lex 3. coroll. 4.* que le centre de gravité de ces deux corps  $M$  &  $N$  sera continuellement dans une droite  $PpR$ , & qu'il la parcourra d'une vitesse uniforme. De-là il est évident que le Probleme se réduit au précédent, car le corps  $M$  décrira la même courbe que si on tiroit le point  $P$  dans une rainure droite  $PpR$  avec la vitesse du centre de gravité pendant que le corps  $M$  seroit obligé de le suivre, de sorte que la courbe décrite par le point  $M$ , & celle que décrit le corps  $N$ , seront chacune une Cycloïde allongée ou raccourcie.

## SOLUTION I I.

Par les *Princ. Mathemat. Philos. prop. 58. lib. 1.* si deux corps décrivent chacun une Courbe par une force qui les attire l'un vers l'autre, il est démontré 1.<sup>o</sup> Que le centre de gravité est en repos, ou se meut uniformément en ligne droite. 2.<sup>o</sup> Que s'il est en repos, les courbes qu'ils décrivent chacune, sont semblables à celles que les corps décriroient en regardant ce centre de gravité comme une force centrale. 3.<sup>o</sup> Que si le centre de gravité se meut, les courbes sont celles que l'on auroit dans l'espace absolu, en faisant décrire sur un plan, les courbes qui arrivent dans le cas du centre de gravité en repos, & en donnant en même temps à ce plan, la vitesse du centre de gravité.

Cette proposition bien entendue, fournit une manière bien simple de résoudre notre Probleme. Il faut sçavoir quelles sont les Courbes que décriroient les deux corps  $M$  &  $N$ , si les vitesses qu'ils ont reçues au commencement étoient telles que le centre de gravité fût en repos, il est clair que le fil étant de longueur donnée, chacun des deux poids décriroit un cercle, & le parcourroit avec une vitesse uniforme, parce que sûrement alors la tension du fil ne changeroit point la vitesse une fois donnée. Or si l'on fait mouvoir ensuite ce cercle, en  
donnant



donnant à son centre la vitesse du centre de gravité, il est clair que chacun des deux corps décrira une Cycloïde allongée ou raccourcie.

## SOLUTION III.

Soient  $Mm$  &  $Nn$  les deux petits côtés des Courbes cherchées que décrivent les corps  $M$  &  $N$ , pendant que le centre de gravité  $P$  parcourt  $Pp$  avec la vitesse uniforme que j'appelle  $a$ , on aura pour la vitesse du corps  $M$ ,  $\frac{a \cdot Mm}{Pp}$  & pour celle de  $N$ ,  $\frac{a \cdot Nn}{Pp}$ , & en nommant  $M$  la masse du corps  $M$ , &  $m$  la masse du corps  $N$ , on aura par le principe qu'on appelle la *Conservation des Forces vives*, qui a été traité avec tant d'élégance par les célèbres M.<sup>rs</sup> Bernoulli Pere & Fils,  $M \cdot \frac{aa \cdot Mm^2}{Pp^2} + m \cdot \frac{aa \cdot Nn^2}{Pp^2}$  égal à une constante, d'où l'on tirera  $Mm^2 + m \cdot Nn^2$  proportionnel à  $Pp^2$ .

De cette propriété nous allons tirer l'Equation de la Courbe. Nommant  $AP. z$ ,  $PN. 1$ ,  $RN. y$ , on aura  $PR = \sqrt{(1-yy)}$ ,  $PM = m$ ,  $PQ = m\sqrt{(1-yy)}$ ,  $QM = my$ ,  $AR = z + \sqrt{(1-yy)}$ ,  $AQ = z - m\sqrt{(1-yy)}$ .  
 $Nn^2 = (dz - \frac{ydy}{\sqrt{(1-yy)}})^2 + dy^2$  ou  $dz^2 - \frac{2ydzdy}{\sqrt{(1-yy)}} + \frac{dy^2}{1-yy}$ .  
 $Mm^2$  sera  $(dz + \frac{mydy}{\sqrt{(1-yy)}})^2 + mmdy^2$  ou  $dz^2 + \frac{2mydzdy}{\sqrt{(1-yy)}} + \frac{mmdy^2}{1-yy}$ .

On aura ainsi  $m \cdot Nn^2 + Mm^2 = mdz^2 + dz^2 + \frac{mdy^2}{1-yy} + \frac{mmdy^2}{1-yy}$  ou  $(m+1)dz^2 + \frac{(mm+m)dy^2}{1-yy}$ ; & cette quantité devant être proportionnelle à  $Pp^2$ ,  $dz^2$ , par la propriété que donne la *Conservation des Forces vives*, on verra aisément qu'il s'en doit nécessairement suivre que  $\frac{dy^2}{1-yy}$  est

20 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE  
proportionnel à  $dz^2$ , c'est-à-dire, que les Angles faits entre  
 $PM$  &  $pm$  sont proportionnels aux parties  $Pp$ , d'où l'on  
voit que la Courbe cherchée est une Cycloïde allongée ou  
raccourcie.

### LEMME II.

Fig. 6. Soient comme dans le Lemme premier,  $Ppq$  &  $Mmm$  deux  
droites infiniment petites, partagées en deux également aux points  
 $p$  &  $m$ , & placées de manière que  $PM = pm$ , je dis que la  
différence de  $pm$  à  $qn$  sera le quarré de l'arc qui mesure l'angle  
compris entre les rayons  $PM$  &  $pm$ , ou  $pm$  &  $qn$ , divisé par  
le rayon  $PM$ .

Si l'on mene, comme dans le Lemme premier,  $PQ$  &  
 $RP$  paralleles à  $pm$  &  $qn$ ,  $mQ$  &  $nQ$  paralleles à  $Ppq$ , la  
question se réduira à trouver la différence entre  $PQ$  &  $PR$ .  
En abaissant  $Qk$  perpendiculaire sur  $PR$ , menant l'arc  $Qi$   
du centre  $P$  & du rayon  $PQ$ , & élevant  $Ql$  perpendiculai-  
rement sur  $PQ$ , on verra que  $iR$  ou  $RP - QP = kl$   
ou  $\frac{(QR)^2}{PQ}$ . Donc, &c.

Si l'on abaisse de  $M$  la perpendiculaire  $MK$  sur  $KPp$ ,  
qu'on la nomme  $y$  &  $PM$  l'unité, on aura pour l'expression  
de  $MQ$ , ou de la mesure de l'angle fait entre  $PM$  &  $pm$ ,  
 $\frac{dy}{\sqrt{1-yy}}$ , & l'on trouvera pour l'expression de la différence  
de  $pm$  à  $qn$ ,  $\frac{dy^2}{1-yy}$ .

### PROBLEME III.

Fig. 7. On demande la Courbe qu'un corps  $M$  décrit sur un plan ho-  
rizontal, en supposant que ce corps ait reçu une impulsion quel-  
conque, & qu'il tienne par un fil  $PM$  à un autre corps  $P$  placé  
dans une rainure droite  $Pq$  où il a reçu une impulsion quelconque.

### SOLUTION.

Imaginons que le corps  $P$  vienne de parcourir  $Pp$ , & le

corps  $M$ ,  $Mm$ , il est certain que si le fil venoit à être coupé, ou qu'il n'agit plus sur ces corps,  $P$  iroit le long de la rainure d'une vitesse uniforme, &  $M$  décriroit une ligne droite qui seroit le prolongement de  $Mm$ , de sorte que dans un temps égal à celui que  $P$  &  $M$  avoient mis à parcourir  $Pp$  &  $Mm$ , ils parcourroient  $pq$  &  $mn$  égales à ces deux droites. Ce qui les empêche de faire ces petites droites, c'est l'action du fil en  $p$  & en  $m$ . On peut regarder cette action comme une force attractive qui agit en même temps de  $p$  vers  $m$  & de  $m$  vers  $p$ , en raison inverse des masses, c'est-à-dire, que la force du fil tendroit à faire parcourir au corps  $P$  une petite droite  $pf$  infiniment petite du second ordre, & au corps  $M$  la petite droite  $mo$  qui seroit à  $pf$  comme le corps  $P$  est au corps  $M$ . Supposons que nous connoissions exactement ces petites droites qui marquent l'effet de la tension du fil, il est clair que comme  $M$  parcourroit de son mouvement naturel  $mn$ , & par l'action du fil  $mo$ , il fera la diagonale  $m\mu$  du parallelogramme  $omn\mu$ , &  $m\mu$  sera le côté consécutif au côté  $Mm$  de la courbe cherchée.

A l'égard du corps  $P$ , comme il est dans la rainure, qui est un obstacle à son mouvement vers  $m$ , la force qui seroit parcourir  $pf$ , n'agira pas toute entière, il faudra la décomposer suivant  $pP$ , & la partie  $pg$  qui en résultera, devra être retranchée en  $q\pi$  de la droite  $pq$  que le corps parcourroit naturellement, pour sçavoir le point  $\pi$  où le corps  $P$  sera parvenu pendant que le corps  $M$  sera en  $\mu$ .

Nous sçavons donc la position  $\pi\mu$  du fil au second instant, en supposant que nous connoissions la petite droite  $pf$  ou proportionnelle  $mo$  qui mesure l'effet de la tension.

Supposant que nous connoissions cette petite droite  $pf$ , l'Equation de la Courbe cherchée sera bien facile à trouver,  $pg$  ou  $\pi q$  dépend de  $pf$  à cause des triangles  $KMP$ ,  $pgf$ , sa valeur sera  $pf\sqrt{1 - \gamma\gamma}$ , & ensuite l'expression de  $\pi r$ , qui est la mesure de l'angle  $\pi\mu r$ , ou de la différence de l'angle fait entre  $PM$  &  $pm$ , sera toute aussi aisée à trouver par les triangles  $\pi r q$  &  $KPM$ , sa valeur sera  $\gamma : \pi q$  ou

## 12 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

$y \cdot \sqrt{(1-yy)} \cdot pf$ . Donc la différentielle de l'angle entre  $PM$  &  $pm = + pf \cdot y \sqrt{(1-yy)}$  qu'on exprime ainsi,  
 $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = + pf \cdot y \sqrt{(1-yy)}$ , Equation de la Courbe.

Il ne faut plus absolument qu'avoir l'expression de  $pf$ . Elle sera facile à trouver par cette considération. Le fil ayant agi par des petites forces appliquées aux points  $p$  &  $m$ , a placé les corps  $P$  &  $M$  en  $\pi$  & en  $\mu$ , & cela par les résultats des mouvements composés de ceux qu'ils avoient naturellement, & de ceux que la tension seule leur auroit fait faire. Mais la position que ces forces ont procurée au fil dans le second instant, en le plaçant en  $\pi\mu$ ; doit être telle que la distance,  $\pi\mu$  ne soit pas plus grande que  $pm$  ou que  $PM$ , sans cela le fil se seroit allongé contre l'hypothèse. Donc  $n\mu + qr$ , qui est la différence entre  $\pi\mu$  &  $nq$ , sera celle qui doit être entre  $pm$  &  $nq$ ; or nous savons que cette différence est par le Lemme précédent  $= \frac{dy^2}{1-yy}$ . Nous aurons donc cette Equation,  $qr + mo = \frac{dy^2}{1-yy}$ , à cause des triangles semblables qui donnent  $qr = q\pi \cdot \sqrt{(1-yy)}$  &  $q\pi = pf \cdot \sqrt{(1-yy)}$ , & par conséquent  $qr = pf \cdot (1-yy)$ , on aura  $pf \cdot (1-yy) + mo = \frac{dy^2}{1-yy}$ , dans laquelle mettant pour  $mo$  une proportionnelle à  $pf$  comme  $m \cdot pf$ , on aura  $pf \cdot (1-yy) + m \cdot pf = \frac{dy^2}{1-yy}$ , d'où l'on tirera  $pf = \frac{dy^2}{(1-yy) \cdot (1+m-yy)}$ . Cette valeur de  $pf$  étant substituée dans l'Equation précédente de la Courbe cherchée, elle deviendra  $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = + \frac{y dy^2}{(1+m-yy)\sqrt{(1-yy)}}$ .

Pour intégrer cette Equation, je lui donne cette forme,  
 $+ \frac{d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right)}{\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}} = \frac{y dy}{1+m-yy}$ , dont l'Intégrale, en ajoutant ce qu'il faut, est  $= ldt + l \frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} =$

$-\frac{1}{2} l (1+m-yy) + lp$ . J'ajoute  $ldt$ , logarithme du temps infiniment petit, qui est constant par notre principe, pour rendre l'Equation homogene, & le logarithme  $lp$  pour avoir la plus grande généralité.

En repassant aux nombres, cette Equation deviendra

$$\frac{dy}{dt \sqrt{(1-yy)}} = \frac{p}{\sqrt{(1+m-yy)}}.$$

On ne peut encore se contenter de cette Equation, parce que  $dt$  y entre. Pour chasser cette différentielle dont nous ne connoissons pas le rapport avec  $dy$ , il faut d'abord mettre à sa place  $\frac{Pp}{v}$ , c'est-à-dire, l'espace divisé par la vitesse, il faudra ensuite connoître cette vitesse, pour cela on peut se servir de différents principes, le plus simple est celui que l'on appelle la Conservation des Forces vives ou du produit des Masses par le quarré des vitesses, principe qui est reconnu vrai de tous les Sçavants, malgré les disputes qu'ont causées la théorie des Forces vives. Ce principe apprend que sur un plan horisontal, comme est celui sur lequel se décrit notre Courbe, le produit de la masse  $P$  par le quarré de sa vitesse, adjouté avec le produit de la masse  $M$  par le quarré de sa vitesse, fait une somme constante.

Appellant donc  $v$  la vitesse du corps  $P$  pour parcourir  $Pp$ ,  $\frac{v \cdot Mm}{Pp}$  sera celle de  $M$ . Par le Théoreme, on aura  $P \cdot vv + M \cdot \frac{vv \cdot Mm^2}{Pp^2} = A$ . Mettant pour  $P$ .  $m \times M$ , on aura  $m \cdot M \cdot vv \cdot Pp^2 + M \cdot vv \cdot Mm^2 = A \cdot Pp^2$ , ou  $m \cdot Pp^2 + Mm^2 = \frac{A \cdot Pp^2}{M \cdot vv}$ , ou en général le quarré du temps proportionnel à  $m \cdot Pp^2 + Mm^2$ . Substituant cette valeur dans l'Equation précédente, on aura, en nommant  $Mm$ ,  $ds$  &  $Pp$ ,  $dz$ ;  $\sqrt{(m dz^2 + ds^2)}$  proportionnel à  $\frac{\sqrt{(1+m-yy)} dy}{p \sqrt{(1-yy)}}$ ; & mettant  $q$  pour cette proportion, l'Equation de la Courbe sera  $q \sqrt{(m dz^2 + ds^2)} = \frac{dy \sqrt{(1+m-yy)}}{\sqrt{(1-yy)} \cdot p}$ , qui la fera aisément construire.

## PROBLEME IV.

Fig. 8.

*Le fil CPM attaché au point fixe C, est chargé des deux poids P & M sur un plan horizontal. On fait mouvoir le poids P d'une vitesse uniforme autour du centre C dans la circonférence  $Pp\pi$ . Il faut trouver quelle est la Courbe que décrit le poids M, en suivant pendant ce mouvement le corps P, le poids M aura eu, si l'on veut, au commencement une vitesse suivant une direction quelconque.*

## SOLUTION.

Prenons le fil  $CPM$  dans une situation quelconque entre toutes celles qu'il a successivement pendant son mouvement. Que  $Pp$  &  $Mm$  soient les petites droites que les corps  $P$  &  $M$  parcourent pendant un instant où le fil a cette situation. En prenant sur la circonférence du cercle  $Pp$  la partie  $p\pi = Pp$ , on aura la situation du corps  $P$  après le second instant égal au premier. Supposons que la partie  $PM$  du fil  $CPM$  n'agisse pas, le corps  $M$  qui s'étoit trouvé en  $m$  au premier instant, se trouveroit en  $n$ , de manière que  $mn$  seroit égale à  $Mm$ , & lui seroit opposée directement. Mais le fil agissant sur le corps  $M$  à chaque instant, on peut regarder son effet comme un force infiniment petite, appliquée en  $m$ , qui feroit parcourir une petite droite  $mo$  au corps, s'il ne se mouvoit que par cette force. Le corps  $M$  aura donc deux impulsions, celle de la tension du fil qui lui feroit parcourir  $mo$ , & celle de sa vitesse acquise qui lui feroit parcourir  $mn$ . Donc il parcourra la diagonale  $m\mu$  de ces deux forces, & se trouvera au second instant en  $\mu$ , que l'on pourra regarder comme étant sur la droite  $\pi n$ , qui marquera avec  $C\pi$  la position du fil pendant le second instant.

En faisant attention que la longueur déterminée du fil s'empêche de s'allonger pendant le mouvement, on verra que  $\mu\pi$  doit être égal à  $pm = PM$ . Nous savons donc la position du second côté de la Courbe. Nous en tirerons ainsi l'Equation de la Courbe cherchée.

Soient appellés  $CP, a, PM, i, MK$ , sinus de  $MPp, y, Pp = p\pi, dz$ ; soit prolongé ensuite  $Pp$  en  $pq = Pp$ , & soit tiré  $\mu q$  prolongé en  $r$ , où tombe  $\pi r$  abaissé perpendiculairement de  $\pi$  sur  $nr$ , on aura par le Lemme premier l'angle fait entre  $PM$  &  $pm$  égal à celui qui est fait entre  $pm$  &  $qn$ , & il suivra de-là que l'angle  $\pi nq$  ou  $\pi \mu q$  exprimera la différence de l'angle de  $MP$  avec  $pm$ . Cherchons l'expression de cet angle, la mesure est  $\pi r$ ; pour avoir  $\pi r$ , il faut connoître  $\pi q$ ;  $\pi q$  doit être égal à  $\frac{dz^2}{a}$ , puisque c'est la mesure de l'angle de contingence du cercle  $qp\pi$ , le triangle  $\pi q r$  est semblable au triangle  $KMP$ , donc  $\pi r = \frac{\sqrt{(1-yy)} \cdot dz^2}{a}$ , d'où l'on a  $d(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}) = \frac{\sqrt{(1-yy)} \cdot dz^2}{a}$ .

Pour intégrer cette Equation, je la mets sous cette forme,  $\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} d \frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} = \frac{dz^2 dy}{a}$ , dont l'Intégrale est  $\frac{\frac{1}{2} dy^2}{1-yy} = \frac{y dz^2}{a} + p dz^2$  qui peut faire aisément construire la Courbe demandée.

## PROBLEME V.

*Les mêmes choses étant posées que dans le Probleme précédent, à cela près que le plan  $PMp$  soit vertical, on demande la Courbe du point  $M$ . On entend bien qu'on suppose toujours que le corps  $P$  se meut d'une vitesse uniforme.*

Fig. 9.

## SOLUTION.

Supposons, comme dans le Probleme précédent, que  $P$  vienne de parcourir  $Pp$  &  $M, Mm$ , dans le premier instant; que  $p$  se trouve en  $\pi$  ou  $p\pi = pP$  au second, & cherchons où se trouvera alors le corps  $M$ . Il est clair que si le fil & la gravité n'agissoient pas sur lui, il se trouveroit en  $n$  ou  $mn = Mm$ . Que  $mo$  soit la petite droite que le corps parcourroit, s'il ne recevoit d'autre mouvement que celui que lui imprimerait la force du fil, en prenant cette petite droite  $mo$  en  $\mu\mu$  sur  $p\pi$ ,  $\mu$  seroit le second point de la Courbe,

s'il n'y avoit pas de gravité, mais la gravité agissant à chaque point, on doit faire attention à la petite droite  $mk$  que le corps  $m$  parcourroit par la seule gravité, s'il n'y avoit point d'autre force.

Pour voir où le corps  $m$  se trouvera par la composition de ces trois mouvements de tension de gravité & de vitesse déjà acquise, il faut porter  $mk$  en  $\mu\mu^*$ , & le point  $\mu^*$  sera le troisième point de la Courbe, &  $m\mu^*$  le second côté. On doit bien remarquer ici que la petite droite  $mo$  qui marque l'action du fil, ne doit pas être prise la même que dans le Probleme précédent, c'est-à-dire, que le point  $\mu$  n'est pas celui de la Courbe précédente, car le fil est différemment tendu dans ce Probleme que dans l'autre. La preuve en est facile, puisque dans le premier cas  $mo$  doit être tel que  $\pi\mu$  soit égal à  $pm$ , afin que le fil ne se soit pas allongé, & qu'ici ce doit être  $\pi\mu^*$  qui soit égal à  $pm$ .

Nous avons donc présentement la position du fil dans le second instant. Pour en tirer l'Equation de la Courbe cherchée, on conservera les mêmes dénominations que dans le Probleme précédent, & nommant de plus la gravité  $g$ ,  $PG$ , sinus de l'angle que fait la verticale  $MG$  avec le fil  $PM$ ,  $x$ , on aura pour l'expression de la petite droite  $\mu\mu^*$  que la gravité fait parcourir pendant que le corps  $P$  est parvenu en  $p$ ; ou de  $p$  en  $\pi$ , on aura, dis-je, pour l'expression de cette petite droite,  $g$  multiplié par le quarré de ce temps infiniment petit. Pour exprimer ce temps infiniment petit, on nommera la vitesse constante du corps  $P$ ,  $m$ , & on aura ce petit temps  $= \frac{dz}{m}$ , donc  $\mu\mu^* = \frac{g dz^2}{mm}$ . Présentement le triangle  $\mu\mu^*l$  que l'on a en abaissant  $\mu l$  perpendiculaire à  $\mu^*\pi$ , étant semblable au triangle  $MGP$ , on aura  $\mu l = \frac{g x dz^2}{mm}$ , & cette petite droite sera la mesure de l'angle  $\mu\pi\mu^*$ , qui adjointé avec l'angle  $\pi\mu q$ , dont la mesure a été trouvée dans le Probleme précéd.  $= \frac{\sqrt{(1-yy)} \cdot dz^2}{a}$ , donne  $\frac{g x dz^2}{mm} + \frac{\sqrt{(1-yy)} \cdot dz^2}{a}$  pour la mesure de la différence de l'angle fait entre  $mp$  &  $\pi\mu^*$  à celui



à celui que  $mp$  fait avec  $nq$ , c'est-à-dire, pour la différentielle de l'angle de  $MP$  avec  $pm$ . On aura donc pour l'Equation de la Courbe  $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right) = \frac{gx dz^2}{mm} + \frac{\sqrt{(1-yy)} \cdot dz^2}{a}$ .

Des trois inconnues que renferme cette Equation, on en peut chasser aisément une, à cause que  $dz$  est la différentielle du complément de  $GPK$  multipliée par  $a$ , c'est-à-dire,

$$-\frac{ady}{\sqrt{(1-yy)}} = -\frac{adx}{\sqrt{(1-xx)}}.$$

Si dans ce Probleme on fait  $PG=PK$  ou  $x=\sqrt{(1-yy)}$  ce qui fait qu'au lieu du cercle  $Pp\pi$  on auroit une ligne droite verticale, l'Equation deviendrait alors  $d\left(\frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}}\right)$

$$= \frac{g\sqrt{(1-yy)} dz^2}{mm} \text{ qui donne en intégrant } \frac{\frac{1}{2} dy^2}{1-yy \cdot \frac{g}{mm} + p} = dz^2.$$

Dans ce Probleme & dans les Problemes I & III, il n'a pas été nécessaire de déterminer la force ou la tension du fil; si cependant on vouloit la calculer, voici une manière facile de le faire, nous l'appliquerons sur ce dernier Probleme dont tous les autres ne sont que des cas.

Pour calculer cette force, il suffit d'avoir l'expression de la petite droite  $mv$  ou  $n\mu$  qu'elle feroit parcourir au corps  $M$  dans le temps infiniment petit  $\frac{dz}{m}$ .

Pour trouver la valeur de  $n\mu$ , il faut se rappeler ce que nous avons déjà dit, que la droite  $\mu^2\pi$ , par l'inextensibilité du fil, doit être de même longueur que  $mp$ . Cela nous fournira une Equation dans laquelle  $n\mu$  entrera, car on peut mettre pour  $\mu^2\pi$ ,  $nq + qr - n\mu + l\mu^2$ ; égalant donc cette quantité à  $mp$  ou à l'unité, on aura  $1 = nq + qr - n\mu + l\mu^2$ , dans laquelle mettant pour  $nq$  la valeur  $1 + \frac{dy^2}{1-yy}$  trouvée dans le Lemme II, pour  $qr$  la valeur  $\frac{y dz^2}{a}$  qui résulte des triangles semblables  $MPK$ ,  $\pi qr$ , pour  $l\mu^2$  la valeur  $\frac{g dz^2}{mm} \sqrt{(1-xx)}$  qui vient des triangles semblables  $CGP$ ,

$\mu \mu' l$ , on aura  $1 = 1 + \frac{dy^2}{1-y^2} + \frac{2ax^2}{a} - n\mu + \frac{gdx^2}{m m} \sqrt{(1-xx)}$ , d'où l'on tire  $n\mu = \frac{dy^2}{1-y^2} + \frac{2dx^2}{a} + \frac{gdx^2}{m m} \sqrt{(1-xx)}$ , & divisant cette petite droite par  $\frac{dx^2}{m m}$ , quarré du temps infiniment petit, on aura la force par laquelle le fil tire ou accélère le corps  $M$ .

## PROBLEME VI.

Fig. 10.

Soit sur un plan horizontal le fil CPM chargé des deux poids  $P$  &  $M$ ; soit de plus donnée une impulsion à chacun de ces deux corps,  $P$  décrira un Cercle avec une vitesse variable, à cause que le corps  $M$  retardera ou accélérera son mouvement. On demande quelle Courbe décrira le corps  $M$ .

## SOLUTION.

Que  $Pp$  &  $Mm$  soient les petites droites parcourûes par les corps  $P$  &  $M$  pendant un instant. Le Probleme se réduit à trouver les petites droites  $p\pi$  &  $m\mu$  que ces deux corps parcourent l'instant d'après. Il est clair que si le corps  $M$  n'agissoit pas sur le corps  $P$  par la tension du fil, le corps  $P$  parcourroit un petit côté du Cercle égal au premier  $Pp$ , mais ce corps  $M$  retarde le mouvement du corps  $M$  (dans notre Figure) & retranche de la petite droite égale à  $Pp$  qu'il parcouroit, une petite droite  $pg$  que l'on aura en décomposant suivant le petit côté du Cercle la tension qui feroit parcourir  $pf$  au corps  $P$  s'il étoit libre.

Supposant donc que  $pq^2 = pq = Pp$  soit la position du second côté du Cercle, & prenant  $q^2\pi = pg$ , on aura le point  $\pi$  où le corps  $P$  se trouve au second instant, & tirant  $\pi n$  au point  $n$  où  $m n = Mm$ , on aura la position du fil dans le même second instant, à cause que le fil ayant agi sur le corps  $M$  par quelque petite force  $mo$  ou  $n\mu$  proportionnelle à  $pf$ , aura porté ce corps en  $\mu$ , que l'on peut regarder comme étant sur la direction  $\pi n$ .

Nous allons chercher présentement, en supposant connue

l'expression de  $pf$  ou de  $q^2 \pi$  qui en résulte, à employer la position que nous venons de trouver du fil au second instant, de manière à en tirer l'Equation de la Courbe demandée.

Pour cela en tirant  $q^2 \mu$ , & abaissant sur cette ligne les perpendiculaires  $\pi l$  &  $qi$ , on remarquera que  $\pi l + qi$  est la différence de l'angle fait par  $mp$  &  $\pi \mu$ , (que j'appelle l'angle  $mp\pi\mu$ ) à l'angle  $mpqn$ , c'est-à-dire\*, la différentielle de l'angle  $MPpm$ . Cherchons donc l'expression des petites droites  $\pi l$  &  $qi$ , on remarquera d'abord que les triangles  $q^2 \pi l$  &  $qq^2 i$  sont semblables au triangle  $PKM$ , d'où l'on aura  $\pi l = \pi q^2 \cdot y$  &  $qi = qq^2 \cdot \sqrt{(1 - yy)}$ , au lieu de  $qq^2$  on peut mettre  $\frac{Pp^2}{a}$ ; à la rigueur ce n'est pas  $\frac{Pp^2}{a}$

\* Lemme 2.

qu'il faudroit mettre, parce que  $\frac{Pp^2}{a}$  est l'expression de l'angle de contingence du Cercle, en supposant les côtés égaux, & que les côtés  $p\pi$  &  $Pp$  ne sont pas égaux, mais comme ils diffèrent infiniment peu, le changement qu'il faudroit apporter au terme  $\frac{Pp^2}{a}$ , ne seroit qu'un infiniment petit du troi-

sième ordre. On aura donc  $qi + \pi l = \frac{Pp^2}{a} \sqrt{(1 - yy)}$

+  $y q^2 \pi = d(MPpm)$ , dans laquelle il faut mettre à la place de  $q^2 \pi$  & de  $MPpm$  leurs valeurs pour avoir l'Equation de la Courbe. A l'égard de  $MPpm$ , il est égal à la différence de l'angle  $KPM$  plus l'angle de contingence du Cercle  $\frac{Pp^2}{a}$ , donc l'Equation de la Courbe est  $\frac{Pp^2}{a} \sqrt{(1 - yy)}$

+  $y \cdot q^2 \pi = d(\frac{Pp^2}{a} + \frac{dy}{\sqrt{(1 - yy)}})$  ou  $\frac{Pp^2}{a} \sqrt{(1 - yy)}$

+  $y \cdot q^2 \pi + \frac{2^2 \pi}{a} = d(\frac{dy}{\sqrt{(1 - yy)}})$  à cause que  $dPp = -q^2 \pi$ .

Il nous reste toujours à chercher la valeur de  $q^2 \pi$ , pour cela nous trouverons d'abord l'expression des petites droites  $q^2 l$ ,  $q^2 i$ , par rapport à cette petite droite  $q^2 \pi$ , & nous nous servirons ensuite du Lemme 2<sup>d</sup> pour faire une Equation dans laquelle  $q^2 \pi$  soit la seule inconnue.

En nommant toujours  $m$  la raison de  $P$  à  $M$ , on aura  $\delta m$  ou  $n\mu = m \cdot pf$ .

Et en se servant de la similitude des triangles  $\pi q^2 l$ ,  $pgf$ ,  $q^2 qi$ ,  $PKM$ , on aura  $q^2 i = \frac{Pp^2}{a} \cdot y$ ,  $q^2 l = q^2 \pi \cdot \sqrt{(1-yy)}$ ,  $pf = \frac{q^2 \pi}{\sqrt{(1-yy)}}$ ,  $n\mu = \frac{m \cdot q^2 \pi}{\sqrt{(1-yy)}}$ .

Présentement à cause que  $\pi\mu = pm = 1$ , on aura  $qn - n\mu + q^2 i - q^2 l = 1$ , dans laquelle mettant pour  $qn$ ,  $1 + \frac{dy^2}{1-yy}$ , comme on l'a vû dans le Lemme 2<sup>d</sup>, & pour les autres quantités leurs valeurs que l'on vient de trouver, on aura  $1 + \frac{dy^2}{1-yy} - \frac{m \cdot q^2 \pi}{\sqrt{(1-yy)}} + \frac{Pp^2 \cdot y}{a} - q^2 \pi \cdot \sqrt{(1-yy)} = 1$ , d'où l'on tire  $q^2 \pi = \left( \frac{dy^2}{1-yy} + \frac{Pp^2 \cdot y}{a} \right) \frac{\sqrt{(1-yy)}}{1+m-yy}$ . Substituant cette valeur de  $q^2 \pi$  dans l'Equation précédente de la Courbe cherchée, on aura  $\frac{Pp^2}{a} \sqrt{(1-yy)} + \left( y + \frac{1}{a} \right) \times \left( \frac{dy^2}{1-yy} + \frac{Pp^2}{a} \right) \times \frac{\sqrt{(1-yy)}}{1+m-yy} = d \left( \frac{dy}{\sqrt{(1-yy)}} \right)$ , qui est l'Equation de la Courbe dans laquelle on suppose le temps infiniment petit constant, c'est-à-dire,  $\frac{Pp}{V}$  ou  $\frac{dz}{V}$ . Pour avoir l'expression de  $V$ , il faut se servir du principe de la Conservation des Forces vives qui donnera  $VVMm + \frac{VVds^2}{dz^2} \cdot M = A$ , d'où l'on tire  $\frac{dz^2}{VV} = \frac{ds^2 + m dz^2}{A} \cdot M$ , c'est cette quantité qu'il faut prendre pour constante.

## PROBLEME VII.

Fig. 11. Supposons que le fil  $CPM$  attaché au point fixe  $C$ , & chargé des deux poids  $P$  &  $M$ , qui ont eu chacun une impulsion quelconque, soit sur un plan vertical, on demande la Courbe du point  $M$ .

Ce Probleme se peut résoudre assés facilement par les mêmes principes que ceux qu'on a employés dans les Problemes précédents, ainsi je ne m'arrêterai pas à en montrer

l'application. Je préfère la Solution suivante, qui est plus aisée à entendre, quoique les calculs en soient fort longs. La méthode dont je me sers dans ce Problème, pourroit résoudre aussi tous les Problèmes précédents.

## SOLUTION.

Soit  $CPM$  une position quelconque du fil,  $Cpm$  la position qu'il prend l'instant d'après. Que  $CEF$  soit la position du fil avant que les corps  $E$  &  $F$  aient reçu leur impulsion; que  $GE$  soit la hauteur d'où le corps  $P$  auroit dû tomber pour avoir en  $E$  la vitesse que l'on lui donne par l'impulsion, de même que  $HF$  soit celle d'où le corps  $M$  auroit dû tomber pour acquérir la vitesse qu'il a en  $F$  après l'impulsion. Soient nommés présentement  $LH, c, IG, b, CE, a, EF, i, CD, x, DM, y$ . Il est clair que des expressions de  $CD, DM, CE, EF$ , & de leurs différentielles, doivent résulter celles de  $CB, BP, MS, Sm, Mm, Pp, PR$  ( $Sm$  &  $PR$  sont des petites perpendiculaires abaissées de  $S$  & de  $P$  sur  $MP$ ) mais pour abrégér les calculs, nommons  $CB, u; BP, z; Mm, ds; Pp, dr; Sm, dk; Rp = SM, dl$ , le rayon de la développée en  $M, R$ .

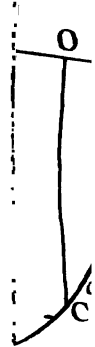
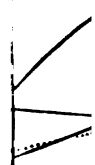
Pour trouver présentement la vitesse au point  $P$  & au point  $M$ , nommons  $v$  celle du corps  $M$ ,  $\frac{vdr}{ds}$  sera celle du corps  $P$ . Par le principe de la Conservation des Forces vives, on aura  $M \cdot v v + \frac{P \cdot v v dr^2}{ds^2} = 2g \cdot (z - b) P + 2g \cdot (y - c) M$ , d'où l'on tirera  $v v = \frac{2gM \cdot (y - c) ds^2 + 2gP(z - b) dr^2}{M ds^2 + P dr^2}$ ;

divisant cette expression par le rayon de la développée, on aura la force centrifuge du corps  $M$ ; cette force centrifuge, jointe à la force de la gravité décomposée suivant la perpendiculaire à la Courbe, donnera la force avec laquelle le corps  $M$  tendroit à détruire la courbure  $FMm$ , ou plutôt avec laquelle il presseroit la paroi concave d'une rainure que l'on supposeroit tracée suivant la courbure  $FMm$ . Il faut donc, pour que cette paroi ne soit point pressée, ou pour que la

Courbe  $FMm$  soit décrite naturellement, qu'il y ait quelque force qui tire le corps vers la concavité, c'est-à-dire, vers  $P$ , & qui soit égale à celle de la force précédente. Cette force qui tire le corps  $M$  vers  $P$  est celle du fil, c'est la tension qui décomposée suivant la perpendiculaire à la Courbe, doit être égale à la force précédente. Nommant  $t$  cette tension, il est clair que  $\frac{tdk}{Mds}$  est la force qui retient le corps  $M$  dans la Courbe. On aura donc

$$\frac{tdk}{Mds} = \frac{2gM \cdot (y-c)ds^2 + 2gP \cdot (z-b)ds^2}{(Mds^2 + Pdr^2)R} + \frac{gds}{ds}.$$

Il reste dans l'Equation précédente à trouver la valeur de  $t$ ; pour cela nous remarquerons que  $\frac{tdl}{ds}$  est la partie de la tension du fil qui tire le corps  $M$  suivant le petit côté  $Pm$  de la Courbe, cette force  $\frac{tdl}{ds}$  sera donc la force motrice du corps  $P$  pour augmenter sa vitesse, en la divisant par la masse, on aura la force accélératrice  $\frac{tdl}{Mds}$  provenüe de la tension, à laquelle adjoûtant la force de la gravité décomposée suivant le petit côté, c'est-à-dire  $\frac{gdy}{ds}$ , on aura  $\frac{tdl}{Mds} + \frac{gdy}{ds}$  pour la force accélératrice entière du corps  $M$  le long de la Courbe, cette force multipliée par le petit temps donne l'incrément de la vitesse, on aura donc  $\frac{ds}{v} \left( \frac{tdl}{Mds} + \frac{gdy}{ds} \right) = dv$  ou  $\frac{tdl}{M} + gdy = vdv$ , d'où l'on tire  $\frac{t}{M} = \frac{v dv - g dy}{dl}$ , dans laquelle mettant pour  $v dv$  la différence de  $\frac{1}{2} v \cdot v$  (ce qui est fort aisé à faire, puisqu'on a sa valeur par ce qui précède) on aura la valeur de  $\frac{t}{M}$  en  $x$  & en  $y$ ; on substituera ensuite cette valeur de  $t$  dans l'Equation précédente, & on aura celle de la Courbe cherchée.



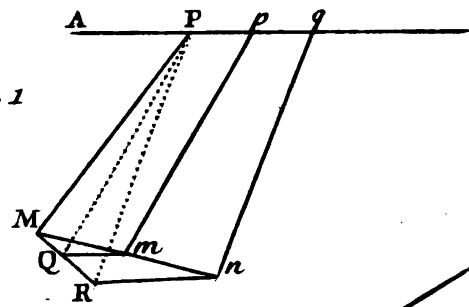


Fig. 2

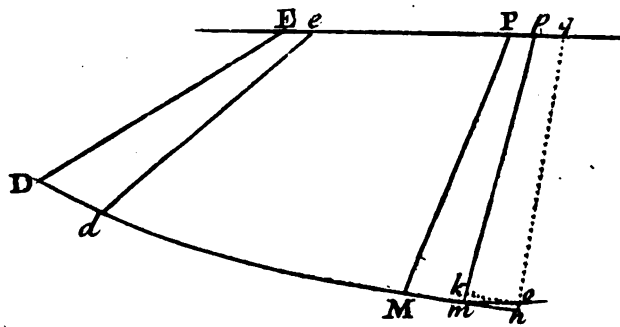


Fig. 3

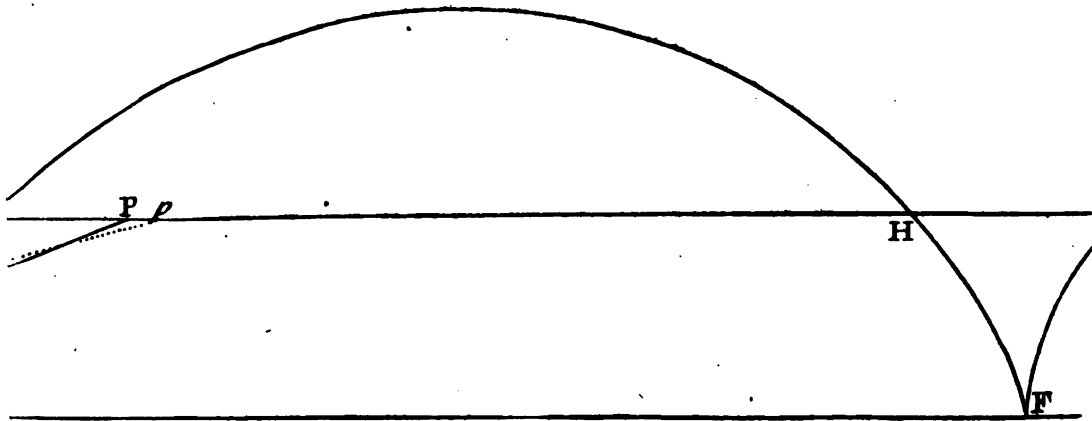


Fig. 4

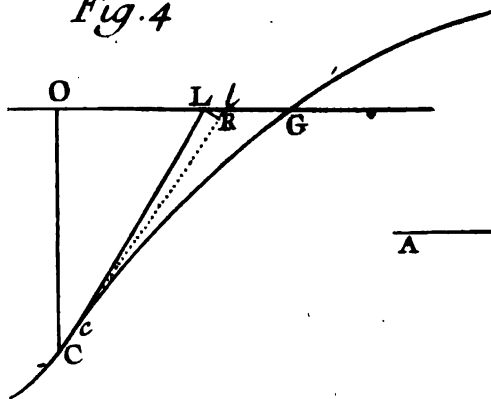


Fig. 5

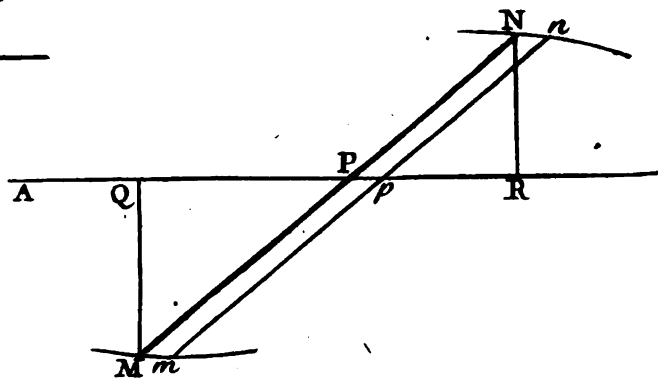






Fig. 6

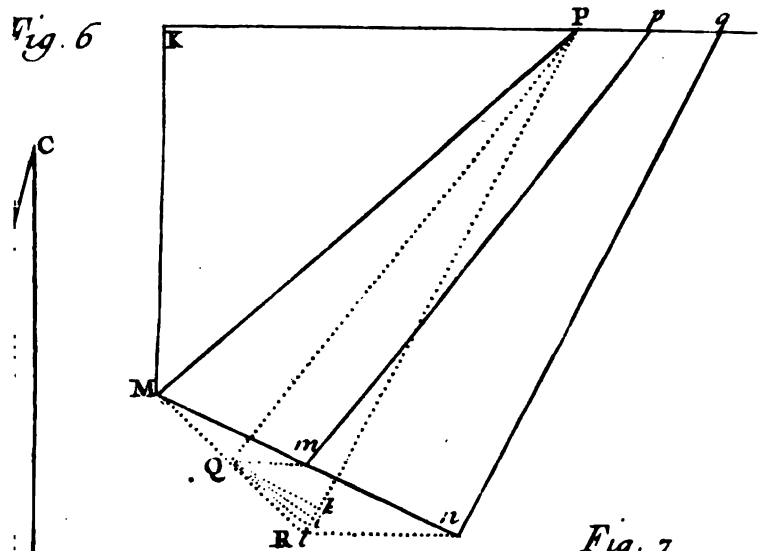


Fig. 7

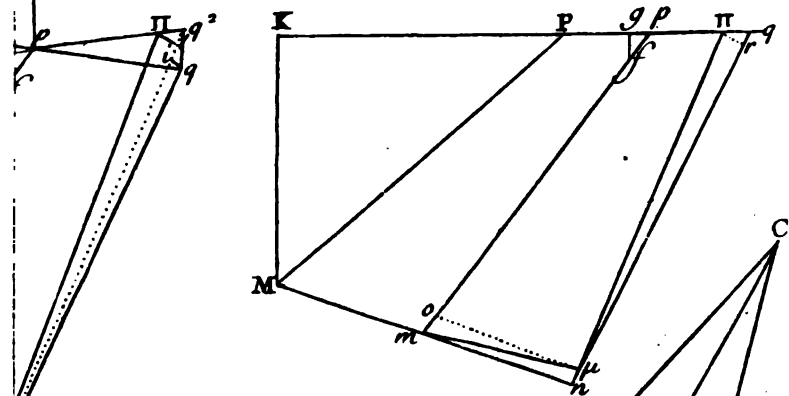
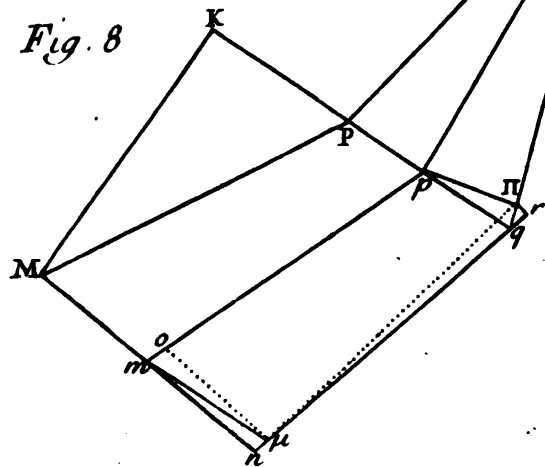


Fig. 8





## CONJECTURES

*Sur la couleur rouge des vapeurs de l'Esprit de Nitre  
& de l'Eau-forte.*

Par M. HELLOT.

**D**E tous les Sels qui nous fournissent les trois dissolvants 11 Avril  
qu'on nomme *Acides minéraux*, le Nitre ou Salpêtre 1736.  
est le seul dont l'esprit acide s'élève en vapeurs rouges aussitôt qu'à l'aide du feu & d'un intermède vitriolique, on dégage cet acide de son Sel concret. Pourquoi les vapeurs de cet acide sont-elles rouges? Pourquoi celles de l'esprit acide du Sel commun ou du Vitriol ne le sont-elles pas? C'est une question à laquelle il n'a pas été facile de répondre, & les plus grands Chimistes ne se sont jamais réunis sur cela à un même sentiment.

Les uns ont cru que cette couleur rouge, particulière aux vapeurs de l'acide nitreux, venoit des parties sulphureuses que le Salpêtre a retenu des urines ou des terres empreintes d'urine, dont ce Sel a été tiré.

D'autres croient que cette rougeur vient des parties de feu dont cet esprit acide se charge pendant la distillation, & qui tiennent les parties dont ces vapeurs sont formées, dans un mouvement très-rapide.

Cependant qu'on unisse par quelque moyen que ce soit, un Ammoniacal urineux au Sel commun, ou au Vitriol, & qu'on distille ensuite ces mélanges, jamais l'esprit acide qui viendra de l'un ou de l'autre, ne montera en vapeurs rouges. Il n'y a que l'acide du Nitre qui donne cette couleur, encore y a-t-il des cas où les vapeurs ne sont pas colorées.

Si c'étoit aux parties de feu introduites pendant la distillation, qu'on dût attribuer la couleur rouge de ces mêmes vapeurs, on demanderoit pourquoi ces particules ignées ne

teignent pas aussi en rouge les vapeurs de l'Huile de Vitriol, puisqu'il faut un feu beaucoup plus long & beaucoup plus fort pour chasser l'acide concentré dans ce sel, que pour avoir l'esprit acide du Nitre.

Si ces objections ont quelque solidité, il faut tenter de résoudre la question par un autre moyen. C'est en faisant toucher, s'il est possible, la matière étrangère qui rougit vrai-semblablement les vapeurs de l'acide nitreux. Encore restera-t-il une difficulté; ce sera de sçavoir si cette matière étrangère colorante est actuellement dans le Salpêtre, ou si l'esprit acide de ce Sel l'emprunte de l'intermède vitriolique qui sert à l'élever pendant la distillation.

<sup>a</sup> *In Venere aurea.*  
<sup>b</sup> *Differt. de Vitr. antimonii.*

Balduinus<sup>a</sup>, & après lui Stahl<sup>b</sup>, prétendent que cette matière, source de la couleur rouge des vapeurs, est actuellement dans le Salpêtre, c'est selon ces Auteurs, l'*Anima Nitri*; c'est elle qui caractérise ce Sel. Voici la preuve qu'ils en donnent.

Broyés une partie de ce Sel avec quatre parties de quelque Verre tendre, aisé à fondre, tel que celui dont les Emaillieurs se servent pour faire les coques des Perles fausses, vous aurez un Verre teint en rouge, en fondant de nouveau le mélange. J'ai vérifié cette expérience, & j'ai eu un Verre teint tirant sur le pourpre.

Il ne paroît pas qu'on puisse attribuer cet effet au Salpêtre, considéré comme un acide pur, uni seulement à une terre absorbante, puisque l'Alun, le Sel commun, ni les Sels alkalis fixes purifiés, ne donnent point cette couleur rouge au Verre. Il y a donc une autre matière jointe à ce Sel. Seroit-ce la portion d'ammoniacal urineux, qu'on est en droit de soupçonner dans le Salpêtre, qui causeroit ce changement de couleur? Cela pourroit être, car si on mêle une partie de Sel ammoniac ordinaire bien purifié, avec neuf ou dix parties d'un Verre semblable au précédent, on aura, aussi par une nouvelle fonte, un Verre teint en rouge.

Mais qu'est-ce qui peut colorer le Verre dans cette épreuve? ce n'est pas le volatil urineux du Sel ammoniac, il est chassé  
dès

dès la première impression du feu, car le Verre pulvérisé agit comme alkali fixe; ce n'est pas l'acide du Sel marin, puisqu'on sçait par expérience que ni le Sel commun, ni son acide, ne font point ce changement de couleur. C'est peut-être un superflux de matière grasse qui se brûlant & se réduisant en Suye, donne au Verre la teinte rouge dont il est question. Il seroit même assez raisonnable de le croire ainsi, parce qu'on sçait que si dans les Fours de Verrerie, on a brûlé par inattention, des bois résineux qui donnent une fumée épaisse, la fritte des pots ou creusets qui étoit destinée à faire un Cristal blanc, ne donne qu'un Cristal opaque, plus ou moins rouge, à proportion de la quantité de vapeurs fuligineuses dont la fritte s'est imbibée.

Il semble qu'en comparant ces deux expériences de Verre teint par le Salpêtre & par le Sel ammoniac en proportions différentes, il ne devoit rester aucun doute sur l'origine de cette couleur introduite dans le Verre. Cependant on lui donne la même couleur, en lui unissant, à la place du Salpêtre & du Sel ammoniac, une petite portion d'un Crocus de Mars ou Chaux de Fer bien préparée.

Tous ces faits ne suffisent-ils pas pour faire soupçonner que le Salpêtre contiendrait, avec une portion d'ammoniacal urineux, une autre portion de matière étrangère, qui seroit du Fer en particules extrêmement divisées?

Or, que le Nitre soit uni à un ammoniacal urineux, la probabilité de cette supposition peut être déduite des deux Mémoires que M. Lémery a donnés sur le Nitre en 1717. Il y fait voir que tout le Salpêtre qu'on fabrique en Europe a été originairement un ammoniacal urineux. De plus, en triturant dans un mortier de Verre échauffé, du Nitre bien sec avec du Sel de Tartre, ou avec de la Chaux, on aperçoit au bout d'un quart-d'heure qu'il s'en élève une vapeur urineuse.

Que tout Sel ammoniac contienne du Fer, la démonstration n'en est pas si facile; mais on peut sans scrupule, y soupçonner ce métal, si l'on fait attention que le Fer monte.

avec la sève des Plantes, & qu'on le retrouve dans leurs cendres ; que les Animaux se nourrissent de Plantes, & que de la suye de leurs excréments brûlés, on sublime le Sel ammoniac qu'on nous apporte d'Egypte. Ainsi il seroit très-possible que la petite portion de Fer qui seroit cachée dans ce Sel, contribuât autant à la couleur rouge du Verre, dans l'expérience rapportée ci-dessus, que la Suye de la matière grasse superfluë dont j'ai parlé.

Je pourrois presque conclurre de tous ces faits, que s'il n'y avoit point d'ammoniacal urineux, ni de Fer dans le Salpêtre, il ne donneroit pas de couleur rouge au Verre. Mais ces expériences de vitrifications colorées sont étrangères à ce Mémoire : elles ne servent qu'à établir des conjectures, & non pas à donner des preuves.

Je suppose donc que la portion d'ammoniacal urineux, contenuë dans le Salpêtre, rarefiant les parties ferrugineuses pendant la distillation, les divise & les distribue dans toutes les particules qui forment les vapeurs de l'Esprit de Nitre, & les teint en rouge par cette distribution. Voici une expérience qui sert en quelque manière de preuve à ma supposition, quoiqu'il n'y soit pas question de vapeurs.

J'ai pris une dissolution de Fer faite par l'Esprit de Nitre, elle étoit rouge & obscure : j'ai versé dessus de l'Huile de Vitriol, cette dissolution est devenuë verdâtre & claire comme de l'eau. J'ai fait tomber peu à peu dans cette liqueur une assez bonne quantité de Sel ammoniac bien pur, la couleur rouge a reparu, en passant successivement par tous les degrés du jaune. N'en peut-on pas présumer que l'ammoniacal urineux sert à tenir exaltée & sensible la couleur rouge du Fer dissout ? car il ne faut pas croire que, dans cette expérience, ce soit seulement la matière huileuse du Sel ammoniac qui par son union avec l'acide, ait fait reparoître une nouvelle couleur rouge, différente de la précédente. La nouvelle couleur, cette couleur régénérée venoit aussi du Fer qui étoit encore suspendu dans la liqueur, puisque pendant l'expérience il ne s'en fait aucune précipitation.

Mais ce n'est pas assés d'avoir fait voir qu'il n'est pas déraisonnable de soupçonner du Fer dans le Nitre, & encore mieux, dans l'esprit acide de ce Sel, il faut démontrer qu'il existe réellement dans ce dissolvant. Ce que je fais, en détachant la couleur rouge du corps que cet acide aura dissout & teint, & la montrant séparée, après avoir rendu à ce corps sa première forme. C'est-là l'objet principal de ce Mémoire.

Avant que de passer à mes expériences, je dois faire observer qu'il n'est pas vrai que les vapeurs de l'Esprit de Nitre ou de l'Eau-forte soient toujours rouges, elles ne le sont que quand on a forcé la matière étrangere qui les colore, à s'élever.

Car si l'on fait, par exemple, de l'Esprit de Nitre avec de l'Alun calciné, du Salpêtre bien sec, & du Zinc réduit en limaille, on aura par un feu modéré, qui réussit mieux qu'un feu plus fort, un Esprit de Nitre très-actif, qui distillera sans vapeurs rouges, & dont l'effet est tel, qu'il enflamme beaucoup mieux l'Huile de Térébenthine que le second Esprit qui monte ensuite en vapeurs rouges. Ainsi ce n'est pas toujours une condition essentielle de la bonté de l'Esprit de Nitre, que la couleur rouge de ses vapeurs. Le meilleur Esprit de Nitre que M. Geoffroy ait employé pour enflammer les Huiles essentielles de nos Plantes d'Europe, est le premier qui, à l'aide d'une Huile de Vitriol blanche & concentrée, a été dégagé du Nitre bien sec, mis d'abord dans la cornue, & cette première distillation se fait sans vapeurs rouges : c'est, pour ainsi dire, l'acide pur du Nitre qui passe le premier ; il faut qu'un feu plus fort ou plus long-temps continué oblige la matière colorante à se mêler aux vapeurs. C'est ce qui arrive aussi, si on continué le feu : après avoir séparé le premier esprit, le second monte en vapeurs rouges.

On a aussi ces vapeurs d'un rouge de sang, si on se sert pour intermede d'un Vitriol calciné à rougeur, & qu'on pousse le feu un peu vivement. Ordinairement, dans ce dernier cas, il s'élève à la suite des vapeurs nitreuses une portion

assés considérable de l'acide vitriolique. L'Eau-forte qu'on retire de cette opération, précipite une partie de l'Argent qu'on lui donne à dissoudre, non pas en une lune cornée qui se dissiperait au feu, si la précipitation eût été occasionnée par quelque portion d'acide du Sel marin, mais en un caillé blanc, grumeleux, difficile à fondre : indice certain que cette chaux d'Argent est unie à un acide vitriolique.

Pour avoir l'Esprit de Nitre ordinaire, on met dans une cornuë, comme tout le monde sçait, un mélange composé d'une partie de Salpêtre & de six parties de Terre glaise qui est vitriolique, & contient des parties de Fer. C'est-là une des proportions qui fournissent davantage de cet esprit acide.

L'Eau-forte ordinaire se fait en distillant un mélange de Salpêtre & de Vitriol vert qui est aussi ferrugineux. Ainsi voilà du Fer qu'on adjoint au Fer que j'ai supposé être dans le Nitre, & voici une sorte de preuve de cette addition.

Si on verse sur du Sel de Tartre l'Eau-forte la plus colorée, celle qui sera venue la dernière dans la distillation, on aura un Sel nitreux régénéré dont il ne faudra mêler qu'une cinquième partie avec du Verre broyé pour avoir par la fonte un Verre aussi coloré qu'il l'est par l'addition d'une quatrième partie de Salpêtre ordinaire.

Il monte donc du Fer avec les vapeurs acides par une distillation forcée de l'Eau-forte. Si par un autre moyen que le précédent je retrouve ce Fer, j'aurai prouvé encore mieux ma supposition.

Entre plusieurs préparations mercurielles & colorées, déjà connues, j'ai choisi celle du Mercure sublimé de trois couleurs, parce qu'elle est un peu moins connue que celle de cette poudre caustique qu'on nomme improprement le *précipité rouge*, quoique ces deux préparations soient la même chose, malgré la contrariété apparente des deux termes ou noms qui les désignent.

Paracels. in  
Chirurg. magna.  
Crollius. Basi-  
lica Chemic.  
Kunckel. La-  
borator. Chim.

C'est du sublimé des trois couleurs que Paracelse & Crollius font leur *Arcane Corallin*. C'est de ce même sublimé que Kunckel fait son *Laudanum metallique*, son *Arcanum Mercurii*.



Pour cette opération, ils prennent différentes proportions de Salpêtre, de Vitriol vert calciné au jaune & de Mercure. On éteint le Mercure en le broyant long-temps avec le mélange de ces Sels; on met le tout dans un matras, & l'on place ce vaisseau sur un bain de sable qu'on échauffe par degrés jusqu'à faire rougir le sable. Comme je n'avois pas dessein de faire une préparation qui fût d'usage dans la Médecine, & que je n'avois en vûë que la couleur rouge de ces sublimés, je n'ai pas suivi les proportions prescrites par les Auteurs que je viens de citer. J'ai toujours pris partie égale des trois matières, c'est-à-dire, 2 onces de chacune, & en sublimant voici ce que j'ai observé.

Le Mercure s'éleve en globules presque aussi-tôt que le flegme acide du mélange. Si le col du matras est court, il s'en évapore une partie avec ce flegme. Ainsi il faut que ce col ait sept ou huit pouces de long.

L'élévation des globules mercuriels avec le flegme du mélange des Sels, aussi-tôt qu'il devient acide, semble exiger que je place ici une expérience que je fis il y a deux ans à l'occasion de quelques Végétations métalliques dont il n'est pas question présentement. On la peut répéter ainsi.

Mettés du Mercure dans une cucurbite de verre : versés de l'Eau distillée sur ce Mercure. Adaptés un chapiteau & un récipient; faites bouillir l'Eau, jamais le Mercure ne s'élèvera tant qu'il y aura de l'Eau dessus.

Au lieu d'Eau mettés du Vinaigre distillé dans la cucurbite, le Mercure montera avec le Vinaigre en globules si fins qu'ils seront presque imperceptibles : ici l'acide végétal, soit comme acide, soit à l'aide de la partie huileuse qui lui est unie, emporte avec lui le Mercure, ce que l'Eau ne fait pas. Enfin si on reverse ce Vinaigre dans la cucurbite, si on distille de nouveau, & si l'on répète plusieurs fois la cohobation à proportion de la quantité de Mercure qu'on a mis d'abord dans la cucurbite, on parviendra à le faire passer entièrement dans le récipient.

Si à l'Eau distillée, sous laquelle le Mercure reste fixe ou

sans s'élever, on adjoute de l'Esprit de Nitre en petite quantité, en sorte qu'on ait à peu-près le degré d'acidité d'un Vinaigre distillé ordinaire, le Mercure montera comme il monte avec le Vinaigre.

Si même cet acide nitreux, affoibli par beaucoup d'Eau, & digéré pendant du temps sur quelque matière minérale & sulphureuse, par exemple sur du Safre, sur quelque Pyrite, le Mercure montera en particules si fines, quoique non dissoutes, que la liqueur qui les soutient, restera limpide. J'ai actuellement environ une pinte d'Eau legerement acidulée, dans laquelle je sçais qu'il y a près de trois gros de Mercure. Cependant dans cette Eau, qui est très-claire, il ne s'est fait depuis huit mois aucun autre précipité qu'un petit sédiment cotonneux, qui à peine peseroit trois grains s'il en étoit séparé.

Je croyois être le seul qui eût fait cette observation singulière; mais en parcourant, il y a quelques jours, le dernier Volume des Transactions Philosophiques, je trouvai au Numéro 430, un Mémoire de M. Boerhave sur le Mercure, dans lequel il parle de la volatilité du Mercure avec le Vinaigre, & de sa fixité sous l'Eau commune. Sans ce hazard, on m'auroit reproché de ne l'avoir pas cité, & assurément le reproche auroit été injuste.

Je reviens à l'opération du Sublimé des trois couleurs, & je vais faire voir que cette préparation est la même chose que celle du Précipité rouge, comme je l'ai dit ci-devant. Car les trois sublimés, blanc, jaune & rouge, seroient tous trois également rouges, s'ils avoient été exposés à un même degré de chaleur, comme cela arrive lorsqu'on met sur un feu un peu vif la masse blanche d'une dissolution ordinaire de Mercure, déjà coagulée par l'évaporation de l'humidité superflue.

Mais dans l'opération des trois sublimés, la dissolution du Mercure se fait pour ainsi dire en l'air. Il s'élève en globules infiniment petits, en même temps que les vapeurs de l'Eau-forte. Ces vapeurs ne se trouvant acides, & en pouvoir d'agir comme dissolvant, que quand le feu les a dégagées de la masse saline mise au fond du vaisseau, elles rencontrent alors

dans la capacité de ce vaisseau le Mercure aussi élevé en vapeurs, elles le dissolvent, & devenant par-là plus pesantes qu'elles ne le seroient sans leur union au Mercure, elles ne peuvent plus enfiler la route du col du matras, & se déposent à la voûte, où le froid de l'air extérieur les condense en sublimé blanc dans la partie élevée qui est la moins chaude, en sublimé jaune dans celle d'en dessous qui l'est un peu plus, & en rouge dans celle d'en bas qui l'est davantage.

Si on fait l'opération du précipité rouge ordinaire dans une cornuë à laquelle on ait adapté un récipient, pour ne pas perdre les vapeurs acides qui s'élèvent pendant la dissolution, on observe quelque chose de semblable à l'opération précédente : car on trouve dans le col de la cornuë un sublimé blanc, à la voute près du col un sublimé jaune, & plus bas un sublimé fort rouge.

J'ajouterais, puisque l'occasion s'en présente, que si sur la masse de précipité rouge qui reste au fond de la cornuë, on verse l'Eau-forte qui a été recueillie dans le récipient, & qu'on répète la distillation jusqu'à parfaite siccité, on aura un précipité rouge, aiguillé & brillant, pareil à celui qu'on tire de Hollande ou d'Angleterre, & plus beau que celui qu'on fait à Paris à la manière ordinaire.

Ce n'est pas seulement en employant le Vitriol vert dans le mélange des trois matières qui donnent les sublimés colorés, qu'on a les trois couleurs ; j'ai substitué à ce Vitriol ferrugineux, le Vitriol bleu ou cuivreux, des Cristaux vitrioliques de Zinc, le Vitriol blanc de la Mine de Goslar, l'Alun calciné, chacun au poids de deux onces, enfin l'Huile de Vitriol concentrée & blanche : tous ces mélanges ont donné des sublimés blanc, jaune & rouge, mais les uns plus, les autres moins.

L'extinction du Mercure s'est faite beaucoup plus vite, en le triturant avec le mélange du Salpêtre & du Vitriol bleu, qu'avec le mélange du Salpêtre & du Vitriol vert ; il se forme pendant le broyement une espece d'amalgame avec le cuivre de ce Vitriol, & j'ai trouvé sous le pilon de verre, de petites

masses dures qui, détachées & lavées, avoient la couleur d'un amalgame de cuivre.

Le Mercure s'est éteint aussi très-vîte avec le Salpêtre & les Cristaux vitrioliques de Zinc dont j'ai parlé dans mon premier Mémoire sur ce Minéral. La partie rouge du sublimé a conservé tant qu'elle a été chaude, une belle couleur de pourpre, mais en refroidissant, cette couleur a disparu, & il n'est resté que la couleur commune à tous les autres sublimés rouges, c'est-à-dire, la couleur de minium.

Je n'ai rien trouvé de singulier, ni pendant la trituration, ni pendant la sublimation du mélange, où j'avois fait entrer le Vitriol blanc ordinaire ou Couperose blanche d'Allemagne.

Mais il y a une observation digne de remarque qui concerne l'opération par l'Alun calciné : en le broyant seul, je n'ai point apperçu qu'il eût d'odeur ; en le broyant ensuite avec le Salpêtre, il ne s'en est point développée qui fût sensible, mais aussi-tôt que le Mercure a commencé à s'éteindre dans ce mélange, la poussière qui s'en élevoit, m'a paru avoir la même odeur que celle du Vitriol martial calciné au Soleil jusqu'à blancheur.

Après la sublimation finie, ayant coupé & séparé le fond du matras, j'ai trouvé sur le sublimé jaune, des aiguilles jaunes, & sur le sublimé rouge, des aiguilles rouges, qui étoient presque toutes longues de deux lignes & demie.

Je n'ai pas eu de semblables aiguilles avec les Vitriols, mais j'en ai trouvé toujours lorsque j'ai employé l'Alun calciné ; car chacune de ces opérations a été répétée au moins trois fois.

Enfin pour la dernière des sublimations dont j'ai parlé, je me suis servi de l'Huile de Vitriol à la place des Vitriols & de l'Alun. Mais comme elle étoit très-concentrée, j'ai eu de la peine à trouver la proportion qui convenoit, pour qu'il en résultât une sublimation colorée ; & la réussite de cette opération dépendant absolument de la manière de la faire, il est nécessaire que je la décrive.

J'ai éteint deux onces de Mercure avec deux onces de Nitre

Nitre bien sec, ce qui a duré près de sept heures; j'ai mis ce mélange dans un matras, & j'ai versé dessus goutte à goutte, six gros de mon Huile de Vitriol, en me servant d'un entonnoir à long canal, un peu recourbé par l'extrémité, pour porter plus aisément ces gouttes sur toute la surface de la poudre qu'il falloit humecter avec cet acide le plus également qu'il étoit possible: car on sent bien qu'il ne convenoit pas d'ajouter l'Huile de Vitriol au mélange avant qu'il fût dans le matras, à moins qu'on ne voulût courir le risque de respirer les vapeurs nitreuses qui s'en élèvent dans l'instant que cette liqueur le touche.

J'ai laissé ce mélange en digestion froide jusqu'au lendemain que j'ai trouvé plusieurs globules de Mercure à la surface de la partie du Nitre qui étoit la mieux humectée par l'Huile de Vitriol, & la plupart de ces globules y végétoient en arbrisseaux. J'ai fait la sublimation comme les précédentes, en augmentant le feu par degrés jusqu'à faire rougir le sable, & j'ai eu le sublimé des trois couleurs, peu de blanc, mais autant de rouge que de jaune. Comme les six gros d'Huile de Vitriol n'avoient pas pû humecter également tout le mélange du Nitre & du Mercure, la partie du Nitre qui n'avoit pas été touchée par l'acide vitriolique s'est fonduë & remise en une masse blanche. J'ai été obligé de refaire trois fois ce procédé pour avoir une suffisante quantité de sublimé; lorsque j'ai mis plus de six gros d'Huile de Vitriol sur un mélange de deux onces de Nitre & de deux onces de Mercure, je n'ai pû avoir de sublimé, l'acide vitriolique chassant trop vite l'acide nitreux, & presque sans feu, le Mercure, faute de chaleur suffisante, n'a pû être élevé dans la capacité du vaisseau, & par conséquent n'a pû être dissout par les vapeurs nitreuses, auxquelles il ne s'est pas trouvé exposé: ce Mercure étant resté dans le fond du vaisseau avec le reste du mélange pendant l'évaporation de la plus grande partie de ces vapeurs, s'en est trouvé d'autant mieux exposé à l'action de l'acide vitriolique qui l'a calciné, & réduit en Turbith, & effectivement il m'est resté dans le matras, une

masse saline jaune, que j'ai dissoute dans l'eau bouillante pour en séparer le Nitre non-décomposé, & j'ai trouvé précipitée au fond du vaisseau, une poudre jaune qui est un fort beau Turbith.

Lorsque je ne mets que la dose nécessaire d'Huile de Vitriol, il n'y a que les premières surfaces de la masse nitreuse qui se décomposent & qui abandonnent leur acide sans feu. Il faut que la chaleur aide le reste à se décomposer, & cette chaleur devenant successivement & par degrés assez forte pour élever le Mercure, en même temps que les vapeurs nitreuses, il se fait une dissolution de ce Mercure dans la partie *vide* du vaisseau, un dépôt de cette dissolution contre les parois, une condensation par le froid de l'air extérieur, & par conséquent un enduit coloré qu'on nomme *sublimation*.

En adjoûtant à ces trois sublimés, rassemblés & broyés ensemble, une nouvelle dose proportionnée de Nitre sec & de Vitriol calciné au jaune, c'est-à-dire, environ le tiers de ce que j'en avois employé d'abord, j'ai augmenté le rouge des sublimés, & en répétant l'opération six ou sept fois, toujours en adjoûtant de nouveau Nitre & de nouveau Vitriol, j'ai eu un sublimé rouge cristallin, beaucoup plus foncé qu'il ne l'étoit après les premières sublimations, & qui laisse, en le révivifiant, plus de Fer au fond de la cornue, que lorsqu'il n'a été sublimé que du premier mélange.

On augmente de même la couleur du précipité rouge ordinaire, en distillant plusieurs fois dessus, de nouvelle Eau-forte; ainsi je crois avoir fait voir la conformité de ces deux opérations, dont le produit est désigné par les noms de *sublimé* & de *précipité*.

Pour détacher la couleur rouge de ces sublimés, il faut les *fixer*, ou pour mieux dire, les empêcher de se sublimer davantage à la chaleur du bain de sable. On le peut par deux moyens. Le premier, c'est de les broyer avec un poids égal de Nitre ou Salpêtre, & de rendre ce mélange fluide par un bon feu: on trouve dans le matras refroidi, une masse saline rouge qui ressemble à un pain de Cire d'Espagne.

En versant dessus de l'eau bouillante, le Salpêtre se dissout, la poudre rouge mercurielle se précipite, & cette poudre précipitée reste fixe au bain de sable : lorsqu'elle est bien édulcorée par plusieurs eaux chaudes, elle est sans âcreté, & n'a qu'un goût stiptique. Le précipité rouge ordinaire traité de même, s'adoucit comme le sublimé rouge, & peut-être est-ce un moyen assez facile de le faire entrer dans les remèdes qu'on donne intérieurement pour certaines maladies. C'est à ceux à qui les malades ont recours, qu'il appartient d'en faire les épreuves.

Le second moyen, mais plus long que le premier, c'est de sublimer deux ou trois fois ces sublimés broyés ensemble sans addition. A la troisième fois qu'on les met au bain de sable, il ne s'en sublime plus rien. En cet état la couleur rouge s'est, pour ainsi dire, fixée sur le Mercure, parce que l'acide excédent qui servoit encore à élever une portion du Mercure enduit de cette couleur, s'est dissipé peu-à-peu pendant ces sublimations répétées.

Il s'agit présentement de séparer cette couleur rouge, cet enduit qui empêche la réunion des globules mercuriels. Je mets dans une cornue la poudre rouge édulcorée de chacun des sublimés; je joins exactement à cette cornue un récipient à demi-plein d'Eau. Je place la cornue à feu nud dans un fourneau de réverbère où je la chauffe par degrés jusqu'à la faire rougir. Tout le Mercure en sort, & passe révivifié dans le récipient, & il me reste dans la cornue une poudre rouge ou rougeâtre qui ne blanchit ni le Cuivre ni l'Or, & qui par conséquent n'est plus mercurielle. Cette poudre étant calcinée d'abord seule, & ensuite avec quelque matière grasse, est attirée en tout ou en partie par le couteau aimanté. Donc c'est du Fer.

La poudre rouge, provenant du sublimé fait par le Vitriol martial, m'a laissé 5 grains  $\frac{2}{3}$  d'une poudre fort rouge, qui calcinée, comme je viens de le dire, a été totalement enlevée par le couteau aimanté.

Celle qui provenoit du sublimé fait par les cristaux vitri-

lique de Zinc, a laissé 5 grains  $\frac{1}{2}$  d'une poudre grisâtre parsemée de points rouges. Après la calcination, le couteau aimanté n'en a enlevé que le tiers ou environ.

La poudre qui venoit du sublimé par l'Alun, a laissé 6 grains d'une poudre couleur de roses. La couleur rouge étoit délayée & étendue dans la Terre, base ordinaire de ce Sel vitriolique, dont une portion s'étoit apparemment élevée pendant la sublimation. De ces 6 grains calcinés, le couteau aimanté n'en a attiré au plus que le quart.

La poudre provenant du sublimé par la Couperose blanche, m'a laissé si peu de résidu dans la cornue, que je n'ai pu l'examiner.

Celle qui venoit de la sublimation par le Vitriol bleu, m'a donné 4 grains d'une poudre grise cendrée, qui calcinée, a laissé enlever par le couteau aimanté environ un grain & demi de Fer. Sur le reste j'ai versé de l'Esprit de Vitriol qui a fermenté légèrement, mais qui ne m'a pas paru se colorer. J'ai versé dessus de l'Esprit volatil de Sel ammoniac qui s'est légèrement coloré en bleu, par conséquent il s'étoit sublimé une petite portion de Cuivre pendant l'opération.

Enfin la poudre provenant du Mercure sublimé rouge par l'Huile de Vitriol concentrée & blanche, m'a laissé 3 grains & demi d'une poudre fort rouge, dont une partie ayant été calcinée, a été totalement enlevée par le couteau aimanté; j'ai conservé le reste sans le calciner, pour servir de preuve.

Je crois que toutes ces expériences démontrent assez bien qu'il y a du Fer dans l'Eau-forte; car on ne soupçonnera pas que celui que je trouve déposé sur la poudre mercurielle dont il est question, puisse venir du Mercure: tous les Chimistes sçavent que le Mercure ne s'amalgame point avec ce métal; d'ailleurs le Mercure dont je me suis servi pour mes sublimations, avoit été révivifié du Cinabre, & ensuite purifié en le faisant bouillir légèrement avec le Vinaigre & le Sel commun.

Il auroit été beaucoup plus simple de chercher l'origine de ce Fer dans les matières vitrioliques qu'on mêle avec le Nitre pour en chasser l'esprit acide, que d'en supposer une partie



existante dans ce sel, comme je l'ai fait au commencement de ce Mémoire. Mais l'expérience de la teinture du Verre en rouge, qui se fait par le Salpêtre comme par les Chaux ferrugineuses, auroit toujours laissé une difficulté à laquelle il n'étoit pas aisé de répondre sans cette supposition, qui d'ailleurs peut fort bien s'accorder avec l'origine de ce sel. On le tire, comme on sçait, des Plâtras des vieux bâtimens, des étables, des écuries, où des morceaux de Fer se sont rouillés, se sont détruits. De plus dans les fabriques de Salpêtre, on employe les Cendres de bois neuf pour le purifier, & M. Lémery a fait voir dans un de ses Mémoires sur le Fer, que toutes les Cendres contenoient de ce métal.

Mais comment se peut-il faire qu'une si petite quantité de matière ferrugineuse teigne un volume considérable de vapeurs acides, & comment la petite quantité qu'en peuvent contenir trois onces d'Eau-forte, par exemple, pourra-t-elle réduire une once de Mercure en une masse saline dont toutes les parties soient également rouges? J'avouë qu'il est difficile de répondre à cette question sans admettre la supposition d'un Ammoniacal urineux uni intimement au Salpêtre, & qui puisse rarefier les particules ferrugineuses de l'Eau-forte. J'ai déjà fait voir que cette supposition devenoit quelque chose de plus réel qu'une supposition, par l'expérience de la trituration du Salpêtre avec un alkali fixe, puisqu'il s'en développe une odeur urineuse. En voici une autre qui prouve encore, à la vérité du plus au moins, que l'Ammoniacal doit avoir part à la couleur rouge des vapeurs de l'acide nitreux. Saoulés de l'Eau-forte, faite de Nitre & de Vitriol, & distillée par un grand feu, d'autant de Sel ammoniac qu'elle en pourra dissoudre, elle donnera des vapeurs d'un rouge beaucoup plus foncé qu'il n'étoit lorsqu'on la chauffoit avant cette addition. Mettés une pareille quantité de Sel ammoniac dans de l'Esprit de Vitriol, & distillés, vous n'aurez que des vapeurs blanches: donc il faut que ce soit l'acide nitreux qui soit uni à l'ammoniacal urineux pour que les vapeurs soient rouges. Mais pourquoi un tel mélange donne-t-il des vapeurs rouges? C'est qu'il

y a du Fer dans cette Eau-forte, & que l'ammoniacal sublime les métaux en rouge.

Les deux expériences suivantes prouvent cette propriété de l'ammoniacal urineux ; la première est de Kunckel. Dans l'Eau-forte, saoulée de Sel ammoniac dont je viens de parler, dissolvés du Plomb en copeaux ; retirés plusieurs fois cette Eau-forte par distillation, & la cohobés, vous aurés des cristaux d'un très beau rouge qui se sublimeront en partie si vous poussés le feu. A la vérité ces cristaux se réduisent en liqueur si on les expose à l'air. Cette couleur dépend donc & de l'acide du Nitre & de son mélange avec l'acide vitriolique & avec le Sel ammoniac, car l'Esprit de Nitre pur & distillé blanc du Nitre sec par le moyen de l'Huile de Vitriol, ne fait pas le même effet, soit que dans la même expérience on l'employe seul, soit qu'on ne l'employe qu'après l'avoir saoulé de Sel ammoniac. C'est donc vrai-semblablement au Sel ammoniac qu'est dûe en partie cette couleur rouge des cristaux de Saturne dont je viens de parler : mais ce n'est ni au Sel ammoniac ni à l'Esprit de Nitre seuls, puisque sans l'acide vitriolique qui est monté avec l'Eau-forte on n'auroit pas cette rougueur.

Pour la seconde expérience, il faut dissoudre de l'Or dans une Eau régale faite d'Esprit de Nitre & de Sel ammoniac. Lorsque la dissolution est finie, on la verse dans un petit alembic tubulé, & l'on fait tomber dedans peu-à-peu une petite quantité de Sel ammoniac comme de 30 à 40 grains sur trois onces de dissolution, après quoi l'on verse sur le tout une once d'Huile de Vitriol goutte à goutte, parce qu'il se fait une violente fermentation. Lorsqu'elle est apaisée, on distille à très-petit feu jusqu'à ce que la dissolution soit en consistance de miel & paroisse d'un beau rouge : on cohobe le dissolvant sur ce qui reste dans le vaisseau tubulé, ce qu'on répète neuf ou dix fois, en ajoutant à chaque fois huit ou dix grains de Sel ammoniac bien pur. Si à la dixième fois on continué le feu, l'Or se sublime dans le chapiteau en panaches rouges comme le plus beau Carmin. Il faut empêcher que

l'air extérieur ne s'y introduise, car ces cristaux se réduisent très-vîte en un *deliquium* ou liqueur jaune, & quelques moyens que j'aye employés, je n'ai jamais pû resublimer cette liqueur jaune en cristaux rouges secs, elle a toujours passé en liqueur jaune par le bec du chapiteau.

Si je me sers d'une Eau régale composée d'Esprit de Nitre & d'Esprit de Sel, je parviens bien, en adjoûtant l'Huile de Vitriol, & par des distillations répétées, à faire passer l'Or par le bec du chapiteau, mais je ne puis jamais avoir la sublimation d'Or rouge sans l'addition du Sel ammoniac.

Il faut, pour que cette sublimation de l'Or réussisse, se servir, comme je l'ai dit, d'un alembic de verre dont la cucurbite & le chapiteau tubulé ayent été soufflés d'une seule pièce, & que le bouchon de verre qui ferme l'ouverture qui est au haut du chapiteau soit bien ajusté, sans quoi les cristaux rouges se dissolvent à mesure qu'ils se subliment.

Ces deux expériences prouvent bien que par l'addition du Sel ammoniac, on peut sublimer quelques métaux en rouge, mais elles ne suffisent pas pour rendre raison de la coloration ou teinture des vapeurs acides nitreuses ordinaires, qui n'ont dissout ni Plomb ni Or.

Il faut donc que j'aye recours au Fer pour répondre à cette objection que j'ai cru devoir prévenir. Lorsque je mets de l'Eau-forte un peu concentrée dans un alembic tubulé, pareil à celui dont je viens de parler, & que je fais tomber dans ce dissolvant, foiblement échauffé par un feu de lampe, de petits morceaux de fil de Fer, il se fait une dissolution de ce métal avec une fermentation très-vive; non-seulement les vapeurs qui s'élèvent, sont plus rouges que si je chauffois l'Eau-forte seule, mais ce qui s'en condense tombe en gouttes rouges par le bec du chapiteau. On ne pourra pas nier que ce ne soit le Fer qui teigne ces vapeurs, & la liqueur qui en distille.

Pourquoi ce qui fait ici le plus, ne pourra-t-il pas faire le moins, lorsque l'Eau-forte n'aura que la portion de Fer, ou qu'elle aura emprunté de l'intermède de la distillation,

ou que le Salpêtre aura pû fournir de sa part à son acide, en supposant que ce Sel en contienne? Mais je fais agir aussi la portion d'ammoniacal urinaire, que j'ai supposé uni au Salpêtre, & je le fais contribuer à la coloration des vapeurs nitreuses. Voici encore une expérience qui prouve que ma supposition n'est pas trop hasardée. Je broye une once de Sel ammoniac bien pur avec de la rouille de Fer, je sublime ce mélange, & les vapeurs qui sortent du matras, sont d'un rouge assez obscur. Si la cause des vapeurs rouges de chacune de ces deux expériences se trouve réunie dans l'opération ordinaire de l'Eau-forte, je n'ai pas eu tort d'y supposer le Fer & l'ammoniacal urinaire.

On me demandera peut-être encore ( en admettant même mes deux suppositions ) pourquoi le Fer, dont la couleur naturelle n'est pas la rouge, rougit-il les vapeurs nitreuses? Ce seroit aux Philosophes à répondre à cette question, elle est dépendante de la théorie des couleurs: quant à moi, je ne me sens pas en état d'y satisfaire autrement que par des expériences comparées, dont je ne prétends pas rendre raison, je sçais seulement que le Fer en se rouillant, prend une couleur jaune, que si je le calcine à un feu long & violent, il se réduit en un crocus pourpre. Ces changements de couleur dépendent du dérangement des parties de ce métal; ainsi dérangées, ces parties réfléchissent différemment les rayons de la lumière.

Dans l'Esprit de Vitriol, le Fer passe successivement à des couleurs différentes, quand cet acide a dissout suffisamment de Fer, il prend une couleur verte, cela est connu, il s'y forme des cristaux de Vitriol martial qui sont verts aussi; mais si on laisse cette cristallisation pendant six mois dans le matras où elle s'est faite, les cristaux se redissolvent dans la liqueur, & cette liqueur devient jaune. Mettés cette liqueur sur un bain de sable doux, elle deviendra rouge, & même d'un rouge assez foncé, & il s'en précipitera une poudre noire. Je ne cite cette expérience que relativement aux changements successifs de couleurs, elle mérite un examen particulier, qui  
fera

fera le sujet d'un autre Mémoire. Il en résulte quant à présent, que quand le tissu du Fer est dérangé jusqu'à un certain point par quelque acide que ce soit, la chaux de ce métal prend ou peut prendre une couleur rouge : or ce tissu naturel du Fer est détruit dans l'Eau-forte, si le Fer y existe, il y existe en chaux : que le feu remette les parties de l'Eau-forte dans une agitation violente, la couleur rouge de la chaux ferrugineuse pourra reparoître dans les vapeurs qui ne sont que l'Eau-forte rarefiée, & cette couleur disparoitra aussi-tôt que cette agitation violente cessera.

A l'égard de la fixation de la couleur des vapeurs nitreuses dans le précipité rouge de Mercure, il me semble que tout ce que j'ai dit précédemment, pourroit suffire pour en rendre raison; mais le Mercure seul & sans addition, prend dans une lente calcination, la forme d'une poudre rouge, qu'on nomme *précipité per se*, ce n'est pas le dépôt de la matière colorante des vapeurs de l'Eau-forte qui le rougit, il faut donc qu'il y ait une autre cause de cette couleur. On pourroit répondre qu'un long feu développe son soufre, & le fait sortir de l'intérieur de ses globules pour en enduire les surfaces; ou que, suivant le sentiment de M. Lémery, ce sont les parties de feu qui s'y sont introduites pendant la calcination, qui lui ont donné la couleur rouge. Que ce soit de cette manière ou d'une autre que ce changement de couleur arrive, toujours est-il vrai qu'il s'en sublime une matière rouge par un feu très-violent, & cette matière rouge est plus ou moins abondante, à proportion de la pureté du Mercure. Celui qu'on employe tel qu'on l'achete, en fournit beaucoup plus que le mercure ressuscité du Cinabre.

Il résulte enfin de toutes mes expériences, que puisque j'ai trouvé du Fer dans les sublimés rouges, j'ai dû présumer qu'il y avoit du Fer dans l'Esprit de Nitre & dans l'Eau-forte ordinaires.

Qu'en conséquence des expériences des Verres colorés, j'ai pu soupçonner du Fer dans le Salpêtre.

Que par celles des sublimations rouges de l'Or & du

Plomb, occasionnées par le Sel ammoniac uni aux acides, j'ai pû croire par analogie, qu'il y avoit un ammoniacal urineux dans le Salpêtre, & que cet ammoniacal urineux contribuoit à la teinture des vapeurs de l'Eau-forte en rarefiant la matière ferrugineuse que j'y suppose.

Que je puis soupçonner aussi que le Mercure contribué de lui-même à la couleur rouge des préparations mercurielles dont j'ai parlé, puisqu'il rougit seul & sans addition, & que du précipité *per se* je sépare une matière rouge.

Mais sur-tout il me paroît qu'il est probable que le Fer est la principale matière colorante des sublimés rouges, puisqu'en revivifiant le mercure de ces sublimés, il me reste du Fer.

Je n'ai garde de conclurre affirmativement sur tout le reste, parce que je n'ai jamais eu dessein de présenter ce Mémoire que comme un recueil de conjectures autorisées le mieux qu'il m'a été possible par des expériences qui sont des faits certains, d'où l'on peut partir pour en tirer, si l'on veut, d'autres conséquences que les miennes.

A l'égard des têtes-mortes de quelques-unes des sublimations dont j'ai parlé dans ce Mémoire, elles pourroient me conduire à une découverte; car outre le Tartre vitriolé qui se cristallise dans leur lessive évaporée, il s'y forme une autre espèce de Sel figuré en graine de chardon, & qui par quelques épreuves, m'a paru être mercuriel. J'ai un Sel figuré de même dans la liqueur de l'Ether non rectifié; l'examen de l'un & de l'autre est ce qui m'occupe présentement: si celui de l'Ether est mercuriel, comme celui des têtes-mortes, le Mercure ne pourroit venir que de l'Huile de Vitriol qui entre dans la composition de cette liqueur, & dans ce cas ce seroit un fait nouveau dont j'enrichirois la Chimie, mais je n'ose encore m'en flatter.



**M E T H O D E**  
**DE TROUVER**  
**LA HAUTEUR DU POLE,**  
**ET**  
**LA DECLINAISON DES ETOILES**  
*Qui n'est pas sujette à la Réfraction.*

Par M. MARALDI.

**L**A réfraction est un des plus grands obstacles pour la perfection de l'Astronomie, car en élevant les Astres, elle nous empêche de connoître leur véritable situation dans le Ciel, dont nous avons souvent besoin dans les pratiques d'Astronomie, & particulièrement dans la recherche de la hauteur du Pole; car on se sert ordinairement dans cette recherche, des hauteurs des Astres: ainsi toutes les méthodes où l'on emploie la hauteur des Astres, sont sujettes aux erreurs de la réfraction. La méthode que je propose est exempte des réfractions, & paroît simple du moins dans la théorie. On trouve par la même méthode, la déclinaison & la réfraction des Astres.

7 Mars  
1736.

Soit *DZPE* le Méridien, *FG* l'Equateur, *DE* l'Horizon, *P* le Pole boréal du Monde, *Z* le Zénith; la méthode dépend de la solution du triangle *ZPS*, qu'on trouvera de cette manière.

On choisira une Etoile qui passe au Zénith en *Z*, dont on marquera l'instant à une Pendule bien réglée, & le même jour, c'est-à-dire, quelques heures après le passage de cette Etoile au Zénith, on observera son azimut, ou l'angle *PZS*, & on marquera le moment de cette observation à la même Pendule. Par le moyen de ces observations, on trouvera les

trois angles du triangle sphérique  $ZPS$ ; car par l'intervalle du temps écoulé depuis le passage de l'Etoile au Zénith jusqu'à l'observation de l'azimut, on a l'angle au Pole  $ZPS$ , mais on a observé l'angle  $PZS$ , qui est égal à l'angle  $PSZ$ , parce que les côtés  $PZ$ ,  $PS$  sont égaux, étant les rayons du cercle parallèle de l'Etoile. Donc dans le triangle sphérique  $PZS$ , on connoît ces trois angles. Donc on trouvera les trois côtés dont le complément à  $PZ$  est la hauteur du Pole, & le complément à  $PS$  est la déclinaison de l'Etoile.

On voit que cette méthode n'est point sujette à la réfraction, puisque la réfraction élevant les Astres verticalement, l'angle  $PZS$  n'est point altéré; elle est très-simple, il ne s'agit que d'un bon instrument azimutal, ou un autre quelconque pour prendre l'angle  $PZS$ .

Il est rare cependant de trouver des Etoiles considérables au Zénith, car il faudroit une Etoile de la 3.<sup>me</sup> grandeur au moins, pour pouvoir l'observer commodément la nuit; mais comme la hauteur du Pole est un des principaux éléments de l'Astronomie, on pourroit se transporter à un endroit qui auroit une Etoile au Zénith; car la hauteur du Pole étant bien déterminée, & la déclinaison de quelque Etoile, on trouvera plusieurs moyens de trouver la réfraction dont on construira des Tables qui serviront pour les lieux aux environs.

On peut aussi résoudre ce Probleme par le moyen des Etoiles qui sont éloignées du Zénith, mais la méthode devient plus composée, plus difficile, & par conséquent moins exacte dans la pratique; car pour les Etoiles dont le parallèle est entre le Pole & le Zénith comme dans la seconde Figure  $KQ$ , il faut observer leur azimut dans la digression au point  $S$ , ou les observer deux fois dans un même jour au même vertical, comme dans la troisième Figure aux points  $S, s$ . Dans le premier cas ayant marqué le temps du passage de l'Etoile par ce Méridien, & celui de l'observation de l'azimut  $ZSL$  qui touche le parallèle de l'Etoile au point  $S$ , on aura les



angles  $ZPS$ ,  $SZP$ , mais l'angle  $PSZ$  est droit ; donc dans le triangle  $ZPS$  on aura les trois angles ; donc on trouvera les trois côtés dont le complément au côté  $ZP$  est la hauteur du Pole, & le complément à  $PS$  est la déclinaison de l'Etoile : mais il n'est pas aisé de déterminer l'instant auquel l'Etoile arrive au point  $S$ , car les Etoiles proche de la digression s'éloignent insensiblement du Méridien, elles sont même quelque temps sans changer de vertical, & par conséquent je crois qu'on peut se tromper de quelques secondes.

Dans le second cas on marquera le temps du passage de l'Etoile par le Méridien, & par les deux points  $Ss$  du vertical  $ZSs$  qui coupe le parallele en deux points un peu éloignés l'un de l'autre, & on prendra l'angle  $PZS$ , on divisera l'angle  $SPS$  en deux, & on tirera la perpendiculaire  $PB$ , on aura l'angle  $SPB$ , qui étant adjoint à l'angle  $ZPS$ , donnera l'angle  $ZPB$ , mais l'angle  $PBZ$  est droit ; donc dans le triangle  $BPZ$  tous les angles seront connus ; donc on trouvera les trois côtés.

Mais pour les Etoiles dont la déclinaison est moindre que la distance de l'Equateur au Zénith, il faudra observer l'azimut de ces Etoiles, avant & après leur passage au Méridien, sur un même vertical qui coupe le Méridien obliquement. Soit  $SMs$  un parallele d'une Etoile,  $P$  le Pole,  $Z$  le Zénith,  $MZP$  le Méridien,  $SZs$  le vertical de l'Etoile. On observera à une Pendule bien réglée l'instant que l'Etoile arrivera en  $S$ , l'instant de son passage au Méridien, & lorsqu'elle arrivera en  $s$ , & on aura l'angle  $SPs$  ; on observera avec l'instrument les angles  $PZS$  &  $PZs$ , on divisera l'angle  $SPs$  en deux, & on tirera la perpendiculaire  $PB$ . De l'angle  $SPB$ , on ôtera l'angle  $SPM$ , & on aura l'angle  $ZPB$ , mais dans le triangle rectangle  $ZPB$  on a observé  $PZB$  ; donc on a les trois angles ; donc on trouvera les trois côtés, dont le complément à  $PZ$  est la hauteur du Pole, & le complément à  $PB$  est la déclinaison de l'Etoile.

On voit que pour trouver la réfraction des Astres, il suffit

d'observer la hauteur de l'Etoile en même temps que l'azimut, car par la solution du triangle  $PZS$  on trouvera le côté  $ZS$ , distance de l'Etoile au Zénith, dont la différence au complément de la hauteur observée fera la réfraction. Donc en se servant de l'instrument azimutal, tel qu'il est décrit dans la Méchanique de Tycho, & qu'on pourroit peut-être perfectionner, on trouvera aussi facilement la réfraction des Astres, que la hauteur du Pole & la déclinaison des Etoiles.

La précision qu'on peut attendre de ces méthodes, dépend de celle des observations; c'est le sort de toutes les méthodes astronomiques, ainsi celles où l'on employe moins d'observations, sont moins sujettes à erreur. C'est par cette raison que je préférerai la première de ces méthodes aux autres, quoique une erreur dans l'angle au Zénith influë aussi dans l'angle en  $S$ , parce que par la construction on prend l'angle  $PSZ$  égal à l'angle  $PZS$ . La seconde méthode seroit préférable à celle-ci, si on étoit sûr de déterminer exactement le point & l'instant de la digression, parce que l'erreur qu'on feroit dans l'angle au Zénith, tomberoit sur celui-là seul, l'angle en  $S$  étant droit; mais il me paroît difficile, comme j'ai dit ci-dessus, de déterminer l'instant & le point de la digression, & je crains qu'on ne tombe dans de grandes erreurs, car une seconde de temps en vaut quinze de degrés; ainsi en se trompant de quatre secondes de temps dans la détermination de la digression, on se tromperoit d'une minute de degré dans l'angle  $ZPS$ , & quatre secondes de temps sont bien-tôt passées. Je crois que dans la première méthode on peut déterminer cet angle très-exactement, car on peut premièrement déterminer le passage de l'Etoile au Méridien par le moyen des hauteurs correspondantes prises avant & après son passage au Méridien. Nous avons souvent déterminé l'heure du midi dans la seconde par le moyen de plusieurs hauteurs correspondantes du Soleil, ainsi je ne doute point qu'on ne puisse arriver à cette précision dans la détermination du passage de l'Etoile au Méridien. Il y a, en second lieu, des Pendules qui étant une

fois bien réglées au moyen mouvement, vont plusieurs jours sans se déranger, ainsi en se servant d'une de ces Pendules bien vérifiée, on peut s'assurer très-précisément de l'intervalle entre le passage de l'Etoile au Méridien & l'observation de l'azimut. Il est difficile de juger de la précision qu'on peut attendre dans l'angle au Zénith, parce qu'elle dépend de la grandeur & exactitude de l'instrument azimutal, comme aussi de l'exakte position de cet instrument, qui doit être telle, que la ligne qui passe par le centre de l'instrument, & par les points 0 & 180 de la division, concoure avec la ligne méridienne, ce qui me paroît très-difficile à exécuter, & je suis surpris comment on ait pû placer le Pilier de Montmartre aussi exactement qu'il est rapporté dans le Traité de la Mesure de la Terre; je n'oserois me promettre une telle précision dans la position d'un Instrument azimutal, quoique la difficulté m'en paroisse moindre. La situation de ce Pilier vérifiée en 1683 par les observations de la Chevre & par celles du Soleil, a été trouvée à un quart de secondes de temps ou  $3'' 45'''$  de degré dans le plan du Méridien, dont les observations de la Chevre le faisoient plus oriental, & celles du Soleil plus occidental.

A l'égard de la précision de l'Instrument, on voit que plus il sera grand, & plus il sera exact. Je ne connois l'Instrument azimutal que par la description que j'en ai vûe dans Tycho. Un Instrument construit de la façon de Tycho, me paroît une véritable Machine, je ne crois pas que la construction en puisse être exacte, & par conséquent qu'on puisse avoir beaucoup de précision par cet Instrument, & je pense qu'on pourroit y substituer un simple Cercle horisontal qui auroit une Alidade mobile au centre comme la planchette, & à cette Alidade seroit attachée par un genou une Lunette, qui outre le mouvement horisontal qui lui seroit communiqué par l'Alidade, auroit un mouvement vertical. Il me semble qu'il seroit plus aisé de construire cet Instrument avec exactitude, & de vérifier son mouvement vertical, que l'Instrument azimutal de Tycho.

#### 48 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Mais avec tous les avantages & facilités qu'on pourroit se procurer, on seroit, je pense, bien heureux, si on pouvoit observer l'angle azimutal à 5 secondes près; or une erreur de 5 secondes dans l'angle azimutal, qui influë aussi dans l'angle en *S* dans la première méthode, ne laisse pas de produire une erreur de 20 secondes dans la hauteur du Pole & dans la déclinaison de l'Etoile à la latitude de Paris, supposant l'angle au Pole de 45 degrés. Ce qui me persuade que cette méthode, quoique très-simple dans la théorie, & exempte de réfraction, peut être plus défectueuse que les méthodes ordinaires, parce que sa pratique n'est pas susceptible de la précision requise.

*Fig*

*z*

QUELQUES

Fig. 1

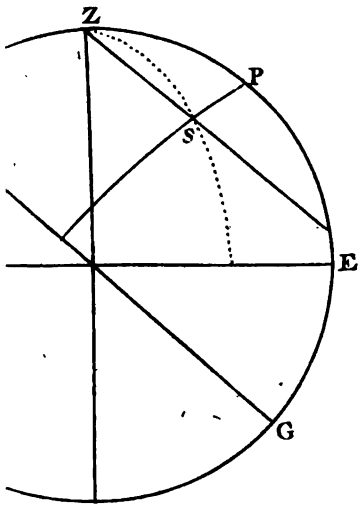


Fig. 2

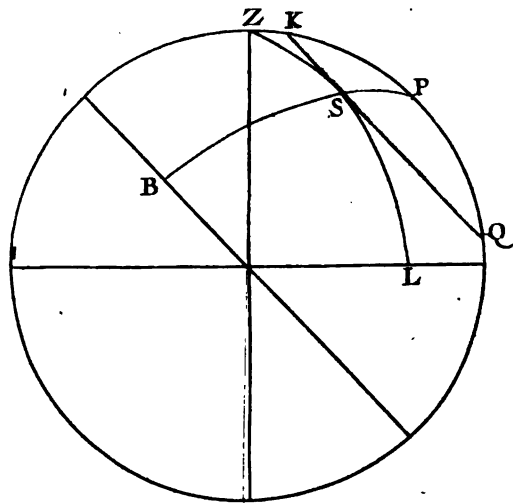


Fig. 3

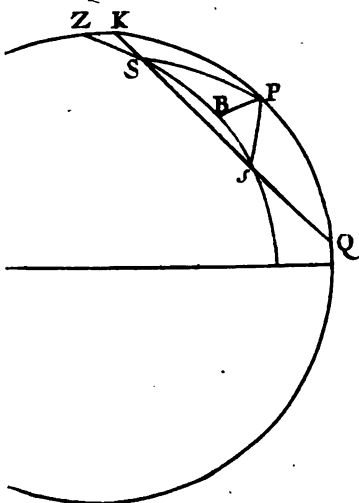
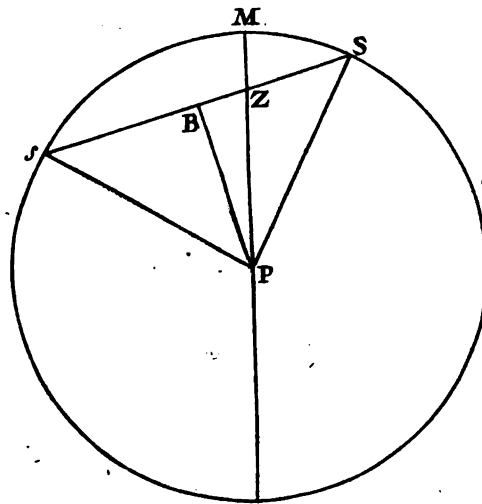


Fig. 4





## QUELQUES EXPERIENCES

*Sur la Liqueur colorante que fournit la POURPRE,  
espece de Coquille qu'on trouve abondamment  
sur les Côtes de Provence.*

Par M. DU HAMEL.

LE cas que les Anciens faisoient de la couleur pourpre 23 Juin  
1736. qu'ils tiroient de quelques especes de Coquillages, a engagé plusieurs Auteurs anciens à faire mention dans leurs écrits de cette espece de Teinture qu'ils regardoient comme si précieuse, qu'elle faisoit de leur temps une des principales marques de dignité. Mais comme ces Auteurs s'attachoient plus à exposer le merveilleux & à faire l'éloge des choses, qu'à les décrire avec exactitude, il arrive presque toujours que les ouvrages des Anciens excitent notre curiosité sans la satisfaire. Aussi ce qu'Aristote & Pline ont écrit de cette précieuse Teinture a-t-il engagé plusieurs Modernes à faire sur ce sujet des Commentaires & des Dissertations littéraires, curieuses à la vérité, mais peu propres à nous mettre en état de profiter d'une Teinture, qui, comme on le verra dans la suite, a des avantages qui lui sont particuliers. Un Anglois de la Société Royale de Londres, a cru devoir suivre cette recherche en Physicien, & il a commencé à éclaircir beaucoup cette matière par des expériences curieuses qu'il a faites sur une espece de *Buccinum*, qui est commune le long des Côtes d'Angleterre.

On peut voir dans le Recueil des Mémoires de l'Académie de 1711 le travail que M. de Reaumur a fait sur le même sujet, les expériences qu'il a faites sur une autre espece de *Buccinum*, & la découverte qu'il a faite d'une multitude de petits corps qu'il appelle des *Œufs de Pourpre*, & dont il a retiré une teinture semblable à celle du *Buccinum*: mais en

*Mem. 1736.*

G

même temps que M. de Reaumur éclaircit cette matière, il fait sentir la difficulté qu'il y auroit à faire usage du Buccinum pour les Teintures, le travail immense qu'il y auroit, & l'énorme quantité de Buccinum qu'il faudroit pour teindre des pièces d'Etoffes avec des Poissons qui ne fournissent qu'une goutte de liqueur colorante, qui même par la viscosité & d'autres circonstances particulières, est extrêmement difficile à employer. A cet égard il est probable que les Anciens avoient un moyen de tenir cette liqueur en dissolution, de la conserver sans qu'elle se gâtât, peut-être même de la retirer de l'animal avec plus de facilité : mais leurs procédés nous sont inconnus, du moins ils ne nous réussissent pas, & quand nous découvririons les véritables, ils ne feroient que nous faciliter les moyens d'employer cette liqueur, mais ils ne pourroient pas diminuer le nombre prodigieux de Poissons qu'il faudroit pour teindre des pièces d'Etoffes, circonstance qui me paroît seule capable de faire négliger cette Teinture dans le temps présent, où l'on peut avoir recours à d'autres matières, & où l'on jouit de la Cochenille, qui a à la vérité le défaut de ne pas donner des Teintures si solides & si durables, mais qui sera toujours très-estimée, à cause qu'elle fournit des couleurs très-éclatantes.

Il y a tout lieu de croire avec M. de Reaumur, qu'on pourroit tirer un meilleur parti des Œufs de Pourpre ; & effectivement si cette Teinture l'emportoit par son éclat & sa solidité sur les Teintures que l'on fait avec la Cochenille, il est à croire qu'on en pourroit assés ramasser pour en teindre du Coton fin, du Fil ou de la Soye, qu'on emploieroit à des ouvrages qui consomment peu de ces matières, comme sont ceux de Broderies.

M. Fagon, qui ne néglige rien de tout ce qui peut enrichir les Arts, a cru devoir prêter une attention particulière à la découverte de M. de Reaumur, pour essayer si on pouvoit en tirer quelques avantages pour les Teintures, principalement sur Coton, parce que cette matière prend plus difficilement une belle Teinture rouge qui soit solide, que toutes les



autres matières dont on fait des Etoffes ; & effectivement n'étoit-il pas naturel d'essayer de faire usage d'une Teinture qui faisoit l'admiration des Anciens, pour nous procurer une couleur que nous n'avons qu'imparfaitement, sur-tout dans un temps où l'art de la Teinture a été si perfectionné par les soins de M. du Fay, & dans lequel des personnes du premier rang se sont fait un plaisir & un amusement de faire exécuter sous leurs yeux des ouvrages qui égalent en beauté les Toiles peintes les plus recherchées & les plus belles Perles.

Mais on ne pouvoit pas confier ce travail aux Teinturiers ordinaires, il n'étoit pas question de suivre une pratique connue & une routine, il falloit imaginer suivant le besoin, c'est pourquoi M. Fagon a confié ce travail à M. Baron, qui joint beaucoup d'autres connoissances à celles des Teintures. J'ignore quel en sera le succès, mais ce que je vais donner sur la Pourpre ne ressemble en rien à l'objet de M. Baron. Premièrement, je n'ai rien fait sur le Buccinum ni sur les Œufs de Pourpre, n'ayant trouvé en Provence que cette espece de Coquille nommée la *Pourpre*, en Latin *PURPURA*, & par quelques-uns la *Bécasse*.

Secondement, je ne me suis point proposé d'en tirer une Teinture qui pût être employée sur les Etoffes, ni de discuter l'usage qu'en faisoient les Anciens ; mais m'étant trouvé dans le Voyage que je viens de faire en Provence, dans la situation d'avoir commodément beaucoup de ces Pourpres, j'ai été tenté de faire sur la liqueur qu'elles fournissent, quelques expériences que je rapporterai d'autant plus volontiers, que M. de Reaumur, non plus que l'Auteur Anglois, n'ont pas été à portée d'en faire sur cette espece de Poisson. Ainsi ce que je vais donner ne doit être regardé que comme une addition au Mémoire de M. de Reaumur ; & comme il y a beaucoup de rapport entre le Buccinum & la Pourpre, tant pour la situation du réservoir du suc colorant, que pour la manière de le détacher de l'animal, je supposerai, pour éviter des répétitions ennuyeuses, que toutes ces choses sont suffisamment connues. Je n'ai pas cru non plus devoir rien dire de la

Fig. 1. description de cette espece de Coquille , parce qu'elle est très-connuë, & qu'elle est bien décrite dans plusieurs Auteurs, & en particulier par Rondelet. Ainsi je vais commencer par rapporter les tentatives que j'ai faites pendant mon séjour à Marseille pour éclaircir un phénomène qui paroît singulier à tous ceux qui ont la curiosité d'examiner par eux-mêmes la couleur que fournissent ces especes de Coquillages, après quoi je rapporterai plusieurs autres expériences qui ont rapport au même sujet.

On sçait que le suc visqueux qui doit devenir Pourpre, est blanc dans l'animal quand il est sain. Je fais cette remarque, parce que j'en ai trouvé plusieurs où il étoit verd dans l'animal; il s'étoit même fait un épanchement de ce suc dans la substance de la Coquille, qui l'avoit renduë entièrement de cette couleur. J'aurai occasion de dire dans la suite quelque chose sur cet accident, qui m'a paru être contre nature, & la suite de quelques maladies. Quoi qu'il en soit, on le trouve blanc dans la plûpart de ces Poissons, mais à peine l'a-t-on exposé au Soleil, qu'il devient d'un verd pâle & jaunâtre. Ce verd devient bien-tôt si vif & si foncé, qu'on le peut appeller *verd d'Émeraude*, il devient ensuite plus foncé, plus obscur, & prend une teinte bleuë; enfin on le voit rougir, & en moins de cinq minutes il devient d'une couleur pourpre très-vive & très-foncée.

Ces changements de couleur sont très-connus, puisque Pline même en fait mention; mais en sont-ils moins admirables, & ne souhaite-t-on pas de s'assûrer d'abord si le Soleil est absolument nécessaire pour les produire? & ensuite si cela est, comment il agit dans cette occasion? C'est sur quoi j'ai fait quelques expériences dans le peu de temps que j'ai pû employer à cette recherche pendant le séjour que j'ai fait à Marseille; & quoique je n'aye pas pû les suivre assés loin pour décider entièrement la question, j'ai cru ne devoir pas négliger de rapporter les expériences que j'ai faites à ce sujet, non seulement parce qu'il s'en trouve quelques-unes d'assés curieuses, mais encore parce qu'elles pourront servir à ceux qui voudront suivre plus loin cette recherche.

Comme je me propoisois de faire plusieurs expériences sur les Coquillages nommés *Pourpres*, j'en fis pêcher une provision, que je mis en réserve dans une terrine pleine d'eau de la Mer, que je renouvellois tous les jours. J'en conservai de cette manière douze à quinze jours, mais tous les jours il m'en mouroit plusieurs, & je m'appercevois que les autres dépérissioient, qu'ils n'avoient plus tant de liqueur, & que ce qui m'en restoit étoit plus long-temps à prendre la couleur rouge. Je crois avoir encore remarqué qu'entre ceux qu'on m'apportoit de la Mer en différents temps, il s'en trouvoit qui avoient plus de suc colorant que les autres, & dont le suc prenoit plus aisément couleur. Mais en ayant eu de très-bien conditionnés, je les conservai dans ce même état très-long-temps dans un panier couvert, que je fis jeter dans un des bassins de l'Arsenal où ils jouissoient de l'Eau salée. Mes Poissons se conservèrent à merveille moyennant cette précaution, & j'étois en état d'avoir recours à mon magasin quand j'en avois besoin pour les expériences que je vais rapporter.

Ayant donc bien vérifié par plusieurs expériences, que toutes les fois que je mettois le suc colorant de mes *Pourpres* sur du linge exposé au Soleil, il devenoit rouge en quelques minutes, après avoir passé par les couleurs dont j'ai parlé, je voulus m'assurer s'il ne prendroit pas cette couleur à l'ombre; pour cela j'en frottai un morceau de linge que je laissai passer la nuit sur ma cheminée, mais il devint seulement vert, & ne rougit pas. J'essayai encore si le grand air ne réussiroit pas mieux, pour cela je mis de ce suc colorant sur un morceau de linge que je posai sur une fenêtre au Nord, & sur laquelle la Lune ne donnoit pas, afin d'éviter toute lumière, & je le retirai le lendemain avant le Soleil, il n'avoit pas changé de couleur le jour suivant. Je répétai cette expérience, qui réussit de la même manière, ce qui prouve que le Soleil agit d'une façon très-singulière & très-efficace sur le suc colorant dont il s'agit. Mais agit-il par sa chaleur ou simplement par sa lumière? Soupçonneroit-on qu'il ajoutât quelque chose au suc colorant, ou produit-il cet effet par quelque évaporation,

& ne peut-on pas suppléer au défaut du Soleil par le feu artificiel ? Ce sont les idées qui me vinrent d'abord à l'esprit, & qui m'engagerent à faire les expériences suivantes.

Pour reconnoître si le Soleil agissoit par sa chaleur, j'exposai des linges frottés de ce suc colorant, quelquefois à l'heure de midi à un Soleil très-chaud, d'autres fois au Soleil levant, au Soleil couchant, ou au Soleil un peu affoibli par des nuages. Dans tous ces cas, à mesure que mes linges séchoient, ils prenoient les couleurs requises, & devenoient d'un beau pourpre, de telle sorte cependant que quand le Soleil étoit plus vif, l'opération étoit plutôt exécutée, & la couleur me paroissoit un peu plus vive, & les changements s'opéroient encore plus promptement, quand je les exposois au foyer d'un Miroir ardent, ayant la précaution de ne pas brûler la matière.

Dans cette expérience la chaleur & la lumière augmentent en même temps, ainsi elles ne me faisoient pas connoître si le Soleil agit par la lumière ou par la chaleur, ce qui m'engagea à faire l'expérience suivante. Je posai sur un appui de fenêtre bien échauffé par les rayons du Soleil, un morceau de linge mouillé du suc colorant, & que j'avois couvert en partie d'un écu, dans le moment la partie du linge qui étoit exposée au Soleil se colora, mais celle qui étoit sous l'écu resta seulement de couleur verte. Je substituai à l'écu d'autres corps opaques, mais bien plus minces, comme du Laiton, &c. mais la portion qui étoit à l'ombre demouroit toujours verte.

Avant que de suivre plus loin ces expériences, je voulus essayer si le feu ne pourroit pas faire prendre quelques couleurs à la même liqueur ; j'en frottai donc des linges comme dans les expériences précédentes, j'en présentai tantôt à un très-petit feu, tantôt à un grand feu ; j'en mis sur une plaque de fer chaude, j'en mis dans une tourtière à différents degrés de chaleur, mais rien de tout cela ne me réussit, les linges devenoient verts d'abord clairs, ensuite très-foncés, mais au lieu de devenir rouges, ils jaunissoient.

Comme quelques Chimistes ont pensé que la couleur

rouge que prennent quelques corps dans la calcination, venoit d'une portion de la matière même du feu qui se concentroit dans les pores du mixte, je voulus essayer si je ne parviendrois pas à colorer ma matière en l'exposant à la vapeur du Soufre brûlant qui abonde en phlogistique, mais ce moyen ne me réussit pas mieux que ceux que j'avois tentés auparavant. Cependant m'étant avisé d'exposer au Soleil un de ces linges que j'avois desséché à la vapeur du Soufre, il prit néanmoins un peu de rouge en quelques endroits.

En répétant de pareilles expériences dans ma chambre pour les faire voir au Pere Pelenas, Jésuite, & Correspondant de l'Académie, il nous vint dans la pensée que ce seroit peut-être les rayons de lumière colorés en rouge qui se fixeroient dans cette liqueur, ce qui nous fit imaginer d'en exposer dans une chambre obscure aux différentes couleurs d'un Prisme. Nous avons executé cette expérience avec toute l'attention requise, mais mes linges sont également restés verts à toutes les couleurs que le Prisme produisoit. Cependant les linges ayant été enveloppés dans du Papier, ils ont pris au bout de quelque temps une legere teinture rouge, mais tous ne l'étoient pas devenus dans une égale proportion.

Sur quoi il est bon de remarquer qu'il y a eu plusieurs échantillons qui n'ayant pas rougi d'abord, ont acquis une petite couleur à la longue dans les papiers où je les conservois, & qu'il y en a aussi qui pendant l'expérience n'avoient pris qu'une teinte legere, & qui dans la suite sont devenus plus foncés. Or le linge qui avoit reçu les rayons rouges, avoit plus rougi que les autres.

Après avoir tenté de découvrir si le phénomène en question dépendoit de quelque portion de la lumière qui se fixoit dans le suc colorant qu'on y exposoit, je me proposai de reconnoître s'il ne dépendoit pas au contraire de l'évaporation de quelque matière qui empêchoit la couleur rouge de se manifester. Une forte odeur d'ail qui s'échappe de ce suc colorant, & les expériences que j'ai rapportées, qui font voir que quand on couvre ce suc d'un corps très-mince, il ne se colore

pas, semblent indiquer quelque évaporation. Pour m'assurer s'il y en avoit, je mis de ce suc colorant dans une fiole, je la bouchai bien, je l'exposai au Soleil, & dans l'instant le suc devint rouge. Je fis plus, je frottai à l'ombre un linge avec du suc colorant, & je le collai sous un verre poli qui avoit deux à trois doigts d'épaisseur, certainement de cette manière l'évaporation devoit être fort diminuée, cependant le linge devint en très-peu de temps du plus beau pourpre du monde, & quand je le retirai, il n'étoit pas parfaitement sec; ainsi pendant qu'un simple Laiton empêche l'effet du Soleil sur la liqueur, un Verre épais de deux à trois doigts semble le favoriser, car dans toutes mes expériences je n'ai pas eu de rouge si parfait. Il me paroît que les expériences que j'ai rapportées jusqu'à présent prouvent assez bien que le Soleil agit dans cette occasion principalement par sa lumière, mais en voici d'autres qui me paroissent encore plus décisives.

Je pris trois quarrés d'un même papier, j'en noircis un avec de l'encre, l'autre je l'huilai, & le troisième je le laissai dans son état naturel. Je mis des linges imbibés du suc colorant sous les trois papiers, & je les exposai au Soleil; or les linges prirent couleur à proportion de la transparence des papiers qui les couvroient. Celui qui étoit sous le papier noir sortit entièrement vert, depuis il a un tant soit peu rougi. Celui qui étoit sous le papier blanc n'avoit rougi que dans les endroits où le papier avoit été mouillé, il a aussi depuis rougi par tout, mais foiblement. Au contraire celui qui étoit sous le papier huilé est devenu d'un rouge extrêmement foncé & beau.

Ces expériences m'ont encore engagé à en faire d'autres, en employant, au lieu de papier blanc, des papiers de différentes couleurs, pour voir s'il n'en résulteroit pas des différences sur la couleur du suc de la Pourpre.

Je pris donc des feuilles de papier, les unes bleuës, les autres vertes, les autres jaunes & les autres rouges. Je frottai les unes d'Essence de Térébenthine pour augmenter leur transparence; & les autres je les laissai dans leur état naturel.

La

La différence des couleurs ne me parut pas avoir produit aucun effet, & toute la différence que je remarquai entre tous ces essais me parut toujours dépendre du plus ou du moins de transparence qu'il y avoit entre les différents papiers, les échantillons ayant pris plus de couleur sous les papiers frottés de Térébenthine que sous les autres ; les échantillons qui étoient sous le papier rouge non huilé n'avoient presque pas pris couleur ; ceux qui étoient sous le papier vert, l'avoient pris imparfaitement, ayant plusieurs taches vertes ; ceux qui étoient sous le papier jaune, qui à la vérité étoit fort mince, de même que le vert, étoient assés rouge ; mais ce qui me surprit le plus, c'est que quoique le papier bleu parût assés opaque, les échantillons qui étoient au dessous, étoient assés bien colorés. Diroit-on que les échantillons qui étoient sous le papier rouge, étoient les moins colorés, parce que ce papier réfléchissoit les rayons de cette couleur, & qu'au contraire le bleu en laissoit passer ? mais je n'ai garde de hasarder une pareille conjecture sur des expériences que je n'ai pû répéter que deux fois, & qu'il auroit fallu faire avec des précautions qui me devenoient impossibles dans mon voyage, comme d'avoir des papiers de même qualité, également chargés de couleur, des Verres colorés, &c. Ainsi je m'en tiens à la différence la plus sensible, qui est celle que j'ai remarquée entre les papiers que j'avois frottés d'Huile de Térébenthine, & ceux que j'avois laissés dans leur état naturel.

Voyant donc par ces expériences, & par celles que j'ai rapportées précédemment, que la lumière est nécessaire pour faire prendre la couleur en question, je voulus sçavoir si la clarté de la Lune ne suffiroit pas pour faire prendre la couleur rouge à cette liqueur ; ainsi une nuit qu'il faisoit un beau clair de Lune, j'y exposai des échantillons, mais ils restèrent verts, & ne devinrent pas rouges, mais le matin ayant humecté d'Eau commune un de mes échantillons, & l'ayant exposé au Soleil, il prit une teinte un peu rouge.

Je crus encore devoir essayer si une lumière vive, mais artificielle, ne suffiroit pas pour faire prendre une couleur à

58 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

la liqueur de la Pourpre ; pour cela, j'en fis sécher à la flamme d'un feu de sarment & à la lueur de plusieurs bougies, mais ces tentatives n'ayant pas réussi, je mis un de ces linges mouillés du suc de la Pourpre au foyer d'une Loupe qui rassembloit les rayons d'une forte bougie qui étoit derrière, ce qui faisoit un point très-lumineux, cependant la liqueur resta verte. Je mis ce linge en dedans de ma fenêtre le long des vitres, où il resta vert jusqu'au lendemain matin qu'un rayon de Soleil étant tombé dessus, le colora en assés beau rouge.

J'ai dit que quand je mettois mes échantillons sur ma cheminée, ils restoit verts, & que quand je les couvrois de quelque chose d'opaque sur ma fenêtre, ils restoit aussi verts : je voulus essayer s'ils prendroient couleur dans ma chambre, les volets fermés, en leur faisant seulement recevoir le Soleil par une fente, & effectivement ce rayon de Soleil a suffi pour les colorer, mais il faut remarquer que j'ai fait ces expériences dans le mois de Mars, où le Soleil commence à avoir beaucoup de force en Provence, ce qui fait une grande différence, comme on le verra par les expériences que je vais rapporter.

J'avois mis dans le mois de Janvier des linges mouillés du suc de Pourpre sur une fenêtre où le Soleil donnoit, mais à l'ombre du jambage, & sur une bande de linge, dont une partie étoit exposée au Soleil sur la fenêtre, & l'autre pendoit dans la chambre, & dans cette saison il n'y avoit que ce qui étoit exposé immédiatement au Soleil qui s'étoit coloré. Au contraire ayant répété les mêmes expériences dans le mois de Mars, tout prit couleur, avec cette différence que ce qui étoit exposé immédiatement au Soleil devint beaucoup plus rouge que ce qui pendoit dans la chambre, qui resta d'un rouge très-pâle ; bien plus, dans la même saison, ayant mis par un beau temps de pareils échantillons sur une fenêtre au Nord, ils prirent aussi couleur, & par un temps assés couvert, & où le Soleil étoit bien obscurci par les nuages, la liqueur ne laissa pas de prendre une assés belle couleur, ce qui vient



apparemment de ce que dans cette saison, où le Soleil a beaucoup de force en Provence, il se trouve assés de rayons répandus dans l'air pour faire prendre couleur à la liqueur de la Pourpre, & effectivement dans toutes les expériences que j'ai faites dans cette saison\*, & avec des Poissons bien conditionnés, ils ont touûjours pris, & au Nord & à l'ombre, & même la nuit, une petite teinte rougeâtre, souvent à la vérité fort legere, & qu'il faut compter pour rien, mais dans cette saison, quand on n'a pas soin de retirer les échantillons avant que le Soleil soit levé, quoiqu'il ne donne pas immédiatement dessus, il ne laisse pas de prendre une couleur assés vive, apparemment par la seule réflexion, car souvent il ne faut, pour ainsi dire, qu'un rayon de Soleil pour produire la couleur rouge, puisqu'ayant dans le mois de Janvier exposé des échantillons au Soleil seulement le temps qu'il falloit pour les rendre verts, & les en ayant retirés ensuite, ils ont achevé de se colorer en rouge, & en ayant une autrefois tenu assés long-temps dans une tourtière sans pouvoir leur faire prendre la couleur rouge, ils l'ont ensuite prise un peu en les exposant au Soleil. Enfin je ne sçais pas si ce seroit trop hazarder, mais après les expériences que j'ai faites sur cette matière, je crois qu'en Provence, où le Soleil est très-actif, il y auroit assés de rayons solaires répandus dans l'air pour colorer le suc des Pourpres par les temps couverts, & même lorsque le Soleil ne seroit plus sur notre horison, pourvû qu'on l'exposât au grand air.

Mais il me paroît que cette action du Soleil sur cette liqueur est assés singulière, & mérite d'être examinée avec plus d'attention & de loisir que je ne l'ai pû faire, quoiqu'il paroisse qu'elle tienne assés à l'effet que cet astre produit sur les Pêches, les Pommes d'apis, & quantités d'autres fruits qui ne prennent une belle couleur rouge que dans les endroits qui lui sont exposés.

J'ai voulu tenter de faire une espece de Laque, en broyant cette viscosité avec du Blanc de Plomb & de la Craye; mais si on laisse la matière exposée au Soleil sans la remuer, il

n'y a que la superficie qui se colore, & même en la remuant, comme il y en a toujours une portion qui est recouverte par la Craye ou le Blanc de Plomb, il n'en résulte qu'une couleur foible, & qui a toujours été terne.

J'ai encore essayé de dissoudre cette viscosité dans de l'Esprit de Vin & de l'Essence de Térébenthine, mais la dissolution a toujours été imparfaite, j'en ai cependant teint assés legerement quelques bouts de linge, & je ferai sentir le cas que l'on doit faire de cette teinture, en rapportant quelques expériences que j'ai faites sur le débouilli de ces échantillons.

Il est encore bon, avant de finir cet article, de dire quelque chose des Pourpres dans lesquels j'ai trouvé la liqueur colorante déjà devenuë verte; dans ce cas elle prend en un instant une belle couleur rouge, & comme la coquille me paroissoit aussi plus verte qu'à l'ordinaire, je l'exposai au Soleil, & elle rougit comme le suc même, ce qui me fait croire qu'il y avoit eu un épanchement de ce suc dans la substance de la coquille ou du moins dans le limon qui la recouvre.

J'ai dit au commencement de ce Mémoire, que la teinture que fournissoit la Pourpre, avoit des avantages qui lui étoient particuliers, un des principaux est d'être presque inaltérable, & de résister aux plus violents débouillis. J'ai cru qu'on ne seroit pas fâché de trouver ici les tentatives inutiles que j'ai faites pour l'emporter de dessus les linges que j'avois teints avec ce suc.

L'eau de Savon, les fortes lessives de Soude, & la solution d'Alun, sont les drogues qu'on a coûtume d'employer pour éprouver les Teintures, mais ordinairement on ne fait usage de ces drogues qu'avec ménagement, & à des doses modérées, qui ne soient pas capables d'altérer la texture même des Etoffes; une teinture qui s'altéreroit par une épreuve qui brûleroit l'étoffe, ne seroit pas pour cela réputée mauvaise, mais comme j'étois prévenu par le témoignage de M. Baron, que cette teinture résistoit aux débouillis ordinaires, je voulus forcer, pour ainsi dire, les débouillis, & pousser leur

action aussi loin qu'elle pouvoit aller, ainsi j'ai chargé une quantité d'eau du meilleur Savon, j'ai fait une lessive de Soude la plus forte qu'il m'a été possible, & j'ai fait une forte solution d'Alun, j'ai fait passer des échantillons qui avoient été chargés du suc de Pourpre, & qui avoient été exposés au Soleil successivement par toutes ces épreuves, je les ai fait bouillir fort long-temps dans ces différentes eaux, je les ai laissé tremper plusieurs jours, mais sans pouvoir jamais emporter totalement la couleur. Quelques-uns de mes échantillons ont été presque entièrement usés par ces épreuves, ayant néanmoins toujours conservé leur teinture. Il est vrai que par le moindre débouilli, une partie de cette teinture s'en va, & que la couleur se décharge beaucoup, parce qu'il n'y a que ce qui a bien pénétré le linge, qui puisse résister, le reste n'étant attaché que sur la couleur qui est dessous, s'en va fort aisément; ce qui démontre que si l'on avoit le moyen de tenir cette teinture en dissolution dans quelque liqueur, comme il est probable que faisoient les Anciens, on en tireroit un meilleur parti, & on en pourroit teindre beaucoup plus d'Etoffes, parce que cette matière étant dissoute dans une autre liqueur, s'étendrait plus uniformément & plus également qu'on ne le peut faire, à cause de sa viscosité.

D'ailleurs, il m'a paru que quand il y avoit bien épais de ce suc dans un endroit qui paroïssoit fort pourpre, cette couleur s'en alloit presque entièrement au débouilli, ce que j'ai jugé venir de ce qu'il n'y avoit que la superficie qui étoit devenue rouge, à cause qu'il n'y a que cette partie qui peut dans ce cas recevoir le Soleil, & qu'alors la liqueur de dessous restant verte, ce qu'on remarque sur-tout sur les échantillons qui n'ont été exposés qu'à un Soleil foible, parce qu'alors en retournant le linge, on le voit vert par dessous; alors, dis-je, le débouilli emporte toute la couleur, parce que ce qui est resté vert s'en va aisément au débouilli, excepté ce qui est devenu d'un vert très-foncé, qui ne s'efface que très-difficilement. Ainsi voilà encore un obstacle à faire usage de cette viscosité pour les Teintures, en l'employant

telle qu'elle est dans l'Animal, & sans avoir trouvé le moyen de la dissoudre & de l'étendre dans une liqueur convenable.

Comme la vapeur du Soufre brûlant emporte les taches de fruits que la lessive ne détruit pas entièrement, j'ai essayé si cette vapeur produiroit quelque chose sur le *Purpura*, mais elle ne l'a point du tout altéré.

J'ai débouilli pareillement les échantillons que j'avois exposés dans le mois de Janvier, la nuit sur ma fenêtre, & qui étoient restés verts, & toute la couleur s'en est allée; j'ai fait la même chose sur ceux que j'avois mis sur ma cheminée, qui sont pareillement devenus tous blancs.

J'ai débouilli aussi la bande de toile qui avoit été exposée aux couleurs du Prisme, & la portion qui avoit été exposée aux rayons rouges, & qui étoit effectivement devenue un peu plus rouge dans les papiers, est restée considérablement plus rouge après le débouilli, ce qui pourroit faire croire que le suc avoit été plus intimement converti en rouge à l'exposition des rayons rouges, qu'aux autres. Mais j'ai écrit à Marseille pour qu'on répétat cette expérience, qui me paroît mériter qu'on en prenne la peine.

J'ai débouilli beaucoup d'autres échantillons dont je ne parlerai pas pour éviter des détails ennuyeux, il suffit de dire qu'il m'a paru que la teinture s'en alloit beaucoup plus au débouilli, quand elle n'avoit pas pris une teinture très-rouge, & qu'elle étoit restée d'un rouge-pâle, que quand elle étoit devenue d'un rouge très-foncé. Mais je crois que ce qui est une fois devenu rouge, est le bon teint, qu'il est, en cet état, incapable d'être altéré par le débouilli, & qu'il ne s'en va, quand il n'a pas été bien pénétré des rayons du Soleil, que parce qu'il n'y a que la petite superficie qui soit colorée, & que ce qui touchoit aux linges est resté vert, comme je l'ai expliqué ci-dessus.

Je crois qu'il y a beaucoup d'autres Poissons, qui donneroient de même que le *Murex*, le *Buccinum* & le *Purpura*, un suc qui se coloreroit en pourpre, mais je n'oserois rapporter les observations que j'ai faites à ce sujet, parce qu'elles

n'ont pas réussi constamment de la même manière, & qu'ayant trouvé de ce suc dans quelques especes de Coquillages, je n'ai pû le retrouver dans d'autres qui me paroissoient être de la même espece; ainsi je me contenterai de faire remarquer que j'ai trouvé dans une espece particulière de Poisson dont je donne la figure, qui est d'un brun-jaunâtre, marqué de bandes plus brunes, une viscosité qu'il jettoit par la bouche en forme de bave, qui étoit d'une couleur pourpre des plus vives & des plus éclatantes, je l'ouvris & lui trouvai dans le corps encore un réservoir de cette même liqueur, il y avoit quatre à cinq de ces Poissons attachés sur une coquille de Pourpre, dont cette espece de Poisson nommé *Soldat* ou *Bernard-l'hermite* s'étoit mis en possession. J'ai fait mon possible pour avoir de ces especes de Lievres, mais je n'ai pû en recouvrer, tous ceux qu'on m'apportoit, étoient fauves dessus, jaunes comme un jaune d'œuf dedans, & ne contenoient pas de liqueur rouge.

Fig. 2.

*DES OPERATIONS GEOMETRIQUES*  
*QUE L'ON EMPLOIE*  
*POUR DETERMINER LES DISTANCES*  
*SUR TERRE,*

*Et des précautions qu'il faut prendre pour les faire  
 le plus exactement qu'il est possible.*

Par M. CASSINI DE THURY.

21 Janvier  
 1736.

**R**IEN ne paroît plus simple dans la Théorie, que de mesurer une étendue de terrain par des opérations géométriques. Il ne s'agit d'abord que de connoître précisément une base ou distance entre deux objets ; car observant des deux extrémités de cette base, les angles de position entré le troisième objet que l'on veut déterminer, on a par le calcul le plus facile de la Trigonométrie-pratique, la situation de cet objet, & ainsi successivement celle de tous les autres jusqu'au terme que l'on s'est proposé de mesurer.

Cette pratique si simple dans la spéculation, ne laisse pas de demander de grandes précautions dans son exécution, lorsqu'on aspire à une grande précision. On en trouve quelques-unes rapportées dans le Traité de la Mesure de la Terre, de même que dans celui de la Grandeur & de la Figure de la Terre, mais on en a omis quelques autres que l'expérience & le grand nombre d'opérations que nous avons faites en France dans les trois derniers Voyages, nous ont appris, & que nous avons cru devoir joindre ici toutes ensemble, pour y avoir recours dans ceux que l'on se propose de faire dans la suite, les moindres circonstances négligées pouvant jeter dans des erreurs considérables, sur-tout lorsqu'on a une grande étendue à mesurer.

Comme les bases actuelles mesurées sur le terrain, sont  
 le premier

le premier fondement de nos opérations, nous commencerons par-là nos remarques. On voit dans le Traité de la Mesure de la Terre, les précautions que M. Picard a prises pour mesurer exactement la distance du Moulin de Villejuif au Pavillon de Juvifi, qu'il trouva de 5663 toises, & qui est la plus grande base qui ait été mesurée jusqu'alors; il prit pour cet effet, quatre bois de pique de deux toises chacune, qui se joignant à vis deux à deux par le gros bout, faisoient deux mesures de 4 toises chacune; l'on en mesura une à peu-près de la même manière, de 7246 toises, dans la Plaine de Rouffillon sur le rivage de la Mer, & l'on en a ainsi usé dans tous les autres Voyages, avec la seule différence que pour éviter que la mesure que l'on posoit à l'extrémité de l'autre, ne la dérangerât par son choc, on y a employé trois mesures, & quelquefois quatre qui, placées l'une au bout de l'autre, faisoient ensemble 12 toises, de sorte que lorsqu'on en enlevait une, il en restoit toujours deux à terre; on eut par la même raison, toujours attention que ces mesures fussent de 2 à 3 pouces d'équarrissage, afin de les rendre plus solides & moins sujettes à se courber, on les ferra par le bout par des clous dont la figure étoit convexe, afin que le contact fût plus immédiat; enfin pour s'assurer du nombre des mesures, on les plaçoit le long d'un cordeau dont la longueur étoit de 60° ou 120 toises, multiple de la somme de ces mesures, & on enfonçoit à l'extrémité un piquet en terre, afin de pouvoir mesurer une seconde fois les intervalles où il y avoit quelque doute sur la longueur, ou dont le terrain étoit un peu inégal.

Cette méthode nous a toujours réussi parfaitement, & s'exécute avec beaucoup de diligence, en plaçant deux hommes à chaque mesure, qui la levent successivement aussi-tôt que la dernière est placée, pour la poser à l'extrémité des deux autres, afin qu'il n'y ait point de temps perdu, ce qui est d'une grande conséquence sur le rivage de la Mer, car comme elle est bordée en beaucoup d'endroits par des petits monticules de sables qui se forment par le flux & le reflux, on

étoit obligé pour avoir un terrain plus uni, de choisir les endroits qui étoient découverts par la Mer lorsqu'elle se retiroit, & dont quelques-uns ne l'étoient que pendant un temps peu considérable.

Il est aisé de concevoir que cette base ainsi mesurée, doit être d'une étendue assez grande pour que l'angle du premier Triangle opposé à cette base, ne soit pas trop aigu; car outre les erreurs inévitables dans la longueur de cette base, soit par le défaut de précision dans les mesures, qu'il est très-difficile de réduire à leur juste grandeur, soit par l'inégalité du terrain qui n'est jamais parfaitement uni, ce qui se multiplie dans la raison de la longueur de la base à celle des côtés du Triangle que l'on en conclut; les moindres erreurs dans la mesure de l'angle lorsqu'il est fort aigu, doivent en produire de grandes sur les côtés des Triangles, ainsi il convient alors de former plusieurs Triangles dont les côtés vont toujours en augmentant, sans passer tout d'un coup d'une extrémité à l'autre.

Après avoir déterminé la juste mesure de la base, il faut ensuite pouvoir s'assurer de la précision des angles, qui dépend non seulement de l'habileté de l'Observateur, mais aussi de celle avec laquelle l'instrument est construit. Pour ce qui regarde celui qui observe, il faut après avoir dirigé la Lunette fixe à quelque objet éloigné, en sorte qu'il se trouve assez précisément dans l'intersection du fil horizontal & du fil vertical, placer la Lunette mobile exactement sur le même objet; on l'arrête dans cette situation, & l'on fait en sorte que le cheveu qui est sur l'alidade mobile, tombe exactement au point *o* sur le commencement de la division, ou bien l'on tient compte de la différence pour y avoir égard dans la correction de chaque angle, ce que l'on appelle *parallelisme*. Cette opération demande à être faite avec grande attention, parce que de-là dépend en partie la précision de tous les angles observés, pour quel effet il faut choisir un objet bien net & distinct, assez éloigné cependant pour que la distance horizontale entre les deux Lunettes qui ne sont pas précises,



ment l'une sur l'autre, n'y cause pas de différence sensible, une distance de deux pouces entre les axes de ces Lunettes dirigées à un objet éloigné de 1000 toises produisant une erreur de 5 à 6" qu'il ne faut point du tout négliger : il faut ensuite avoir soin de placer les deux objets dont on veut connoître la distance précisément, dans l'intersection des fils de la Lunette qui se croisent à angles droits. Comme ces objets sont souvent élevés l'un plus que l'autre sur l'horison, ce qui oblige de placer l'instrument dans une situation inclinée, si l'un de ces objets est, par exemple, dans le centre d'une des Lunettes, pendant que l'autre est au dessous ou au dessus dans la Lunette qui y est dirigée, l'angle observé entre ces deux objets ne sera pas le véritable, mais plus grand ou plus petit, comme on le peut voir dans la première Figure, où  $AB$  mesure la distance entre ces objets placés, l'un en  $A$ , l'autre en  $B$ , qui est plus petite que la distance  $AC$ , qui est mesurée sur les divisions du Quart-de-cercle. On aura une pareille erreur, si les fils verticaux des deux Lunettes ne sont pas précisément parallèles, comme il arrive assés souvent, à quoi on remédie, en plaçant les deux objets précisément au centre de la Lunette.

Fig. 1.

Pour s'assurer de la précision des angles observés dans un même lieu, on a coutume d'observer de ce lieu les angles entre divers objets placés tout autour de l'horison, que l'on prend les plus approchants de 90 degrés qu'il est possible, parce que moins il y a d'angles observés dans le tour de l'horison, & moins il y a d'erreur dans leur somme : si cette somme est égale à 360 précisément, & même à quelques secondes près, on juge que chacun des autres angles observés est de la grandeur véritable ; s'il differe de plusieurs secondes par excès ou par défaut, on distribue sur chacun de ces angles une quantité proportionnelle à toute la différence. Cette méthode, que l'on a pratiquée presque toujours jusqu'à présent, ne laisse pas d'être sujette à quelques inconvénients. Elle suppose d'abord que les divisions des degrés du Quart-de-cercle soient toutes égales entre elles, sans quoi on pourroit

avoir le tour de l'horison exactement de 360 degrés, quand même chacun des angles que l'on y a employé ne seroit pas de sa grandeur véritable, parce que le défaut de l'un peut récompenser l'excès de l'autre. En second lieu, que le centre de l'instrument ne se soit pas dérangé de place, à gauche ou à droite, par quelque accident imprévu, comme il n'arrive que trop souvent dans les voyages où il est nécessaire de le transporter sur des clochers ou autres lieux d'un accès difficile. En troisième lieu, que les objets que l'on a observés pour déterminer le tour de l'horison soient tous dans un plan qui passe par l'œil de l'Observateur, & c'est, à ce qui me semble, à quoi jusqu'à présent on n'a pas fait assez d'attention.

Il faut considérer pour cela que la Terre étant ronde ou approchante de la sphérique, tous les objets placés sur l'horison à la même élévation sur le niveau de la Mer, doivent paroître tous au dessous du plan qui est perpendiculaire au rayon qui va de notre œil au centre de la Terre, ils font l'effet de divers points situés à la base d'un cone ou pyramide au sommet de laquelle est placé l'Observateur. Si cette pyramide étoit formée par quatre Triangles équilatéraux, la somme des quatre angles observés autour de l'horison ne seroit que 240 degrés, au lieu de 360 qui sont compris dans un Cercle. On ne rapporte ici cet exemple que pour donner une idée de la diminution qu'il doit y avoir dans la somme des angles observés autour de l'horison, lors même qu'ils sont à la même élévation sur le niveau de la Mer que le lieu d'où on les observe. Ayant calculé la différence qu'il doit y avoir suivant les différentes distances de ces objets, on trouve qu'à la distance de 30000 toises il doit y avoir 2' 40" sur la somme de quatre angles observés chacun de 90 degrés, de sorte qu'ils ne doivent faire ensemble que 359° 57' 20"; on auroit donc eu tort d'ajouter en pareil cas 40" à chaque angle observé, comme on a coutume de le pratiquer; il est vrai qu'il n'y a pas beaucoup d'endroits où on puisse appercevoir de tous côtés des objets à une pareille distance, mais il s'en est trouvé quelques-uns dans les différents voyages que

Yon a faits, qui ont donné lieu à ces recherches.

Ces différences diminuent dans la raison de la racine quatrième des distances, parce que la hauteur des Niveaux apparens diminue dans la raison souse doublée de ces distances, & que les angles au sommet de deux cones fort aplatis, réduits à un plan, diminuent aussi dans la raison souse doublée de leur hauteur, de sorte que si sur le tour de l'horison, à la distance de 30000 toises, il y a une différence de 2' 40", il n'y en aura qu'une de 10" à retrancher sur ce même tour de l'horison observé entre des objets qui ne sont éloignés que de 15000 toises du lieu de l'observation, d'où l'on voit qu'on peut la négliger entièrement, lorsque les distances sont encore plus petites, comme il arrive le plus ordinairement.

Ce que nous venons de rapporter est dans la supposition que les objets que l'on employe, soient à peu-près à la même élévation, comme lorsque l'on observe sur des clochers situés dans une plaine; mais l'on y doit trouver des différences bien plus grandes, lorsque l'on se trouve sur une Montagne élevée. Si tous les objets observés sont au dessous de l'horison artificiel de 48', il y aura 2' 40" à retrancher sur la somme des quatre angles, à quelque distance qu'ils soient situés, s'ils ne sont abaissés que de 24', il y aura 40", & s'ils sont de 12', il y aura 10", & ainsi des autres, dans la raison souse doublée des hauteurs: d'où l'on voit qu'un abaissément moindre de 12' doit être négligé, il en est de même si l'on se trouve dans un lieu bas, comme dans une plaine entourée de Montagnes qui bordent l'horison de toute part.

On suppose ici que tous les objets soient élevés sur l'horison, ou abaissés d'une même quantité, il en seroit de même s'ils étoient tous dans un plan incliné qui passât beaucoup au dessus ou au dessous de l'œil de l'Observateur, mais s'ils sont différemment inclinés les uns au dessus, les autres au dessous de l'horison, alternativement, il en résultera un effet bien différent, puisqu'alors la somme des angles observés excédera 360 degrés d'une quantité que l'on déterminera en cette manière.

On choisira d'abord un de ces objets dont la hauteur

apparente soit égale ou peu différente de celle du lieu où l'on observe. Ayant mesuré l'angle entre cet objet & un autre plus bas ou plus élevé, on déterminera la hauteur de ce dernier objet. Quoique ces objets puissent être éloignés les uns beaucoup plus que les autres, on peut les considérer comme s'ils étoient à la même distance, parce qu'il ne s'agit ici que de l'inclinaison des angles visuels, que l'on peut prolonger à quelque distance que ce soit, jusqu'à ce qu'ils rencontrent un même plan auquel il faut réduire les angles observés.

Fig. 2.

Soit donc  $A$  le lieu de la station,  $B$  l'objet qui est dans le plan de l'horizon  $ABEF$ ,  $C$  un autre objet élevé sur le plan de cet horizon, on abaissera du point  $C$  la perpendiculaire  $CE$  sur  $BF$ , & l'on joindra  $AF$ . Dans le Triangle  $BAC$ , dont l'angle  $BAC$  a été observé, & les côtés  $AB$  &  $AC$  que l'on doit supposer égaux, comme on l'a remarqué ci-dessus, sont, par exemple, chacun de 10000 toises, on trouvera la valeur du côté  $BC$ . Dans le Triangle  $AEC$  rectangle en  $E$ , dont l'hypothénuse  $AC$  est de 10000 toises, & l'angle  $CAE$  mesure la hauteur apparente du point  $C$  au dessus de l'horizon, on trouvera la valeur des côtés  $AE$  &  $CE$ , & dans le Triangle  $BEC$  rectangle en  $E$ , dont l'hypothénuse  $BC$  est connue, de même que le côté  $CE$ , on aura la valeur du côté  $BE$ . Enfin dans le Triangle  $BAE$ , dont les trois côtés  $BA$ ,  $AE$ ,  $BE$ , sont connus, on aura la valeur de l'angle  $BAE$  qui mesure la distance entre les deux objets  $B$  &  $C$  réduits au plan de l'horizon.

Si l'on suppose présentement que le troisième objet soit en  $I$  sur le plan de l'horizon, comme il arrive lorsqu'il se trouve dans une plaine une Montagne à laquelle l'on s'est dirigé, on trouvera de la même manière la valeur de l'angle  $AEI$  sur le plan de l'horizon qui répond à l'angle observé  $CAI$ , & on aura par conséquent la valeur de l'angle  $BAI$ , que nous avons trouvé devoir être plus petit que la somme des angles  $BAC$ ,  $CAI$ , observés d'une quantité qui monte à 40", lorsque la hauteur apparente du point  $C$  est de 0° 45', & que les angles  $BAC$  &  $CAI$  sont chacun de 60 degrés.

On trouvera cette différence de  $1' 20''$ , si l'élévation du point  $C$  est de  $1^\circ 30'$ , & ainsi des autres; si les objets se trouvent plus ou moins élevés ou abaissés à l'égard de l'horison, comme il arrive le plus souvent, lorsque, par exemple, le second objet  $C$  étant élevé sur l'horison, un troisième objet  $D$  se trouve au dessous de cet horison, on réduira l'angle  $CAD$  entre ces objets au plan de l'horison en cette manière.

Du point  $D$  on mena  $DH$  perpendiculaire à l'horison, qui rencontrera en  $H$  la ligne  $CH$  parallèle à  $BF$ . Dans le Triangle  $CAD$ , dont les côtés  $CA$  &  $AD$  sont supposés égaux, chacun de 10000 toises, l'on aura la valeur du côté  $CD$ , & l'on fera comme  $DH$  qui mesure l'élévation du point  $C$  au-dessus du point  $D$ , est à  $CE$  ou  $HF$ , élévation du point  $C$  au-dessus du plan horisontal  $ABEF$ , qui passe par l'œil de l'Observateur placé en  $A$ , ainsi  $CD$  est à  $CI$ , qui étant retranché de  $CD$  donne  $DI$ .

Maintenant dans le Triangle  $AEC$ , rectangle en  $E$ , dont l'hypothénuse  $AC$  & l'angle  $CAE$  qui mesure l'élévation de l'objet  $C$  au-dessus de l'horison, sont connus, l'on aura la valeur de  $AE$  & de  $CE$ ; & dans le Triangle  $CEI$ , rectangle en  $E$ , dont les côtés  $CE$  &  $CI$  sont connus, on trouvera la valeur du côté  $EI$ ; pareillement dans le Triangle  $IDF$ , dont les côtés  $DI$  &  $FD$  sont connus, on trouvera la valeur du côté  $IF$ , qui étant ajouté à  $EI$ , donne  $EF$ . Enfin dans le Triangle  $AFD$ , rectangle en  $F$ , dont les côtés  $FD$  &  $AD$  sont connus, l'on trouvera la valeur du côté  $AF$ ; les trois côtés  $AE$ ,  $EF$ ,  $AF$  étant connus, on trouvera la valeur de l'angle  $EAF$  sur le plan de l'horison, qui répond à l'angle  $CAD$  observé entre les deux objets  $C$  &  $D$ .

Suivant cette méthode, supposant que l'objet  $C$  étant élevé sur l'horison de  $0^\circ 45'$ , l'objet  $D$  soit abaissé au dessous de cet horison d'une égale quantité, on trouvera que l'angle  $CAD$  étant de  $60^\circ 0' 0''$ , l'angle  $EAF$  sur le plan de l'horison qui lui répond, doit être de  $59^\circ 58' 59''$ , avec une différence de  $1' 1''$  qui, sur le tour de l'horison composé d'angles semblables & d'objets disposés de la même manière

alternativement, donneroit 6' 6" plus qu'il n'y a en effet.

Fig. 3.

Si au lieu de supposer que le troisiéme objet *D* soit au dessous de l'horison, il se trouve au dessus, mais d'une quantité moins grande que l'objet *C*, alors on prolongera *CD* en *I*, jusqu'à ce qu'il rencontre le plan de l'horison *AEI* en *I*. Dans le Triangle *CAD*, les côtés *AC* & *AD* qui comprennent l'angle observé *CAD*, étant supposés égaux, on aura la valeur de *CD*, & l'on fera comme *CK* ou *CE* — *DF* est à *CE*, ainsi *CD* est à *CI*, dont retranchant *CD*, reste *DI*, on déterminera ensuite comme ci-dessus, la grandeur de l'angle *EAI* sur le plan de l'horison qui répond à l'angle *CAI*, & celle de l'angle *FAI* qui répond à l'angle *DAI*, & qui étant retranchée de l'angle *EAI*, donne l'angle *EAF* sur le plan de l'horison qui répond à l'angle observé *CAD*.

Fig. 4.

On peut, pour abréger ce calcul qui est fort long, considérer d'abord le plan du Triangle *ABC*, comme la face d'une pyramide dont le sommet est en *C*, & dont l'élevation sur le plan horisontal *ABF* est mesurée par *CE*, qui est par conséquent perpendiculaire sur la ligne *AE*, on aura donc dans le Triangle *AEC*, rectangle en *E*, cette analogie : *AE* est à *AC*, comme le sinus du complément de l'angle *EAC*, qui mesure l'élevation du point *C* au dessus de l'horison vû du lieu *A* de la station, est au sinus total. Si l'on abaisse ensuite la face de la pyramide *ACB* sur le plan horisontal *ABEF*, auquel cas le point *C* se rapproche du point *E*, lequel se trouve alors sur la ligne *CG*, perpendiculaire à *AB*, l'on aura *AE* est à *AC* comme le sinus de l'angle *ACG*, complément de l'angle *CAB* observé entre les deux objets *B* & *C* est au sinus de l'angle *AGE*, complément de l'angle *BAE*, réduit au plan de l'horison ; mais l'on a trouvé que *AE* est à *AC* comme le sinus du complément de la hauteur apparente de l'objet *C* au dessus de l'horison, est au sinus total. Donc on aura cette analogie, comme le sinus du complément de la hauteur apparente d'un objet au dessus de l'horison est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle observé entre les objets *B* & *C* est au sinus du complément

complément de cet angle réduit au plan de l'horison.

On peut aussi réduire au plan de l'horison, l'angle observé entre deux objets dont l'un est dans ce plan, & l'autre au dessus ou au dessous par la Trigonométrie sphérique. Car ayant décrit l'arc de cercle  $BEF$ , qui représente l'horison, & dont le centre est en  $A$  au lieu de la station, si l'on suppose que l'arc  $BC$  mesure l'angle  $BAC$  observé entre l'objet  $B$  qui est à l'horison, & l'objet  $C$  qui est élevé au dessus d'une quantité  $CE$ , on aura dans le Triangle sphérique  $BEC$ , rectangle en  $E$ , l'hypothénuse  $BC$  connue, & l'arc  $CF$ ; c'est pourquoi l'on fera par les regles de la Trigonométrie sphérique, comme le sinus du complément de l'arc  $CE$  qui est mesuré par l'élévation de l'objet  $C$  au-dessus de l'horison, est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'arc  $BC$  qui est mesuré par l'angle observé  $BAC$ , est au sinus du complément de l'arc  $BE$  qui mesure l'angle  $BAE$  réduit au plan de l'horison : cette analogie est précisément la même que celle que j'ai déduite de la Trigonométrie rectiligne, que l'on peut par conséquent regarder comme la preuve du Probleme qui enseigne à déterminer dans un Triangle sphérique un des côtés, lorsque l'hypothénuse & l'autre côté sont donnés. C'est suivant cette méthode que j'ai calculé la Table qui est à la fin de ce Mémoire, pour trouver la réduction qui convient à chaque angle, suivant les différentes hauteurs de l'objet sur l'horison.

Fig. 5.

Lorsque les deux objets  $C$  &  $D$  sont l'un au dessus, & l'autre au dessous du plan  $ABPR$  de l'horison, on menera du point  $C$  au rayon  $AC$  la perpendiculaire  $CH$  qui soit dans le plan de l'objet  $A, C, D$ , & qui rencontrera le plan de l'horison au point  $I$ , on prolongera  $AD$  en  $H$ , & l'on tirera des points  $C, D, H$ , les perpendiculaires  $CE, DF, HG$ , sur le plan de l'horison ; dans le Triangle  $CAH$ , rectangle en  $C$ , on aura le sinus de l'angle  $CHA$ , complément de l'angle  $CAD$  observé entre les deux objets  $C$  &  $D$ , est au sinus total ; comme  $AC$  ou  $AD$ , est à  $AH$ , c'est-à-dire, comme  $DF$  qui est mesuré par le sinus de l'abaissement de l'objet  $D$  au dessous de l'horison est à  $HG$ , l'on aura aussi  $HG + CE$

Fig. 6.

Mem. 1736.

K

:  $CE :: CH$  tangente de l'angle  $CAD$  :  $CI$  tangente de l'angle  $CAI$ , qui sera par conséquent connu de même que l'angle  $HAI$ ; on fera donc par les regles prescrites ci-dessus, comme le sinus du complément de la hauteur de l'objet  $C$  au-dessus de l'horison, est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle  $CAI$  est au sinus du complément de l'angle réduit au plan de l'horison qui est mesuré par l'angle  $EAI$ ; on fera aussi comme le sinus du complément de  $HG$  est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle  $HAI$  est au sinus du complément de cet angle qui est mesuré par l'angle  $IAG$ , l'adjoûtant à l'angle  $EAI$ , on aura l'angle  $EAG$  sur le plan de l'horison qui répond à l'angle observé  $CAD$  entre les deux objets  $C$  &  $D$ .

Fig. 7.

Si les objets  $C$  &  $D$  sont tous les deux au dessus de l'horison, on menera du point  $C$  au rayon  $AC$  la perpendiculaire  $CI$ , qui rencontrera le plan de l'horison en  $I$ , & l'on prolongera la ligne  $AD$  jusqu'en  $H$ ; dans le Triangle  $ACH$ , rectangle en  $C$ , on aura le sinus du complément de l'angle observé  $CAH$  est au sinus total, comme  $CA$  ou  $AD$  est à  $AH$ , ou comme  $DF$ , sinus de l'angle  $DAF$  qui mesure l'élevation du point  $D$  au dessus de l'horison est à  $HG$ . Retranchant  $HG$  de  $CE$ , sinus de l'angle  $CAE$  qui mesure l'élevation du point  $C$  au dessus de l'horison, on aura  $CK$ , & l'on fera comme  $CK$  est à  $CE$ , ainsi  $CH$  tangente de l'angle  $CAH$  est à  $CI$  tangente de l'angle  $CAI$ , qui sera par conséquent connu, & dont retranchant l'angle  $CAH$ , reste l'angle  $HAI$ ; les angles  $CAI$ ,  $HAI$  étant connus, l'on trouvera comme ci-dessus, les angles  $EAI$  &  $GAI$  sur le plan de l'horison qui leur répondent : retranchant l'angle  $GAI$  de l'angle  $EAI$ , on aura l'angle  $EAG$  sur le plan de l'horison qui répond à l'angle observé  $CAH$ .

#### E X E M P L E.

Ayant observé du haut de la Terrasse de l'Observatoire, l'angle entre le Pîlier de Montmartre, qui est placé exactement sur la Méridienne de l'Observatoire vers le Nord, &



le Clocher de la Paroisse de Montmartre qui est dans le lieu le plus éminent de cette Montagne, de  $4^{\circ} 14' 35''$ , on veut réduire cet angle au plan de l'horison de l'Observatoire pour avoir l'angle entre ce Pilier & le clocher dont on s'est servi pour prolonger la Méridienne & la Perpendiculaire.

La hauteur du Clocher de Montmartre ayant été observée de  $42'$ , & celle du Pilier de  $17'$ , on fera d'abord comme le sinus du complément de l'angle  $CAH$  observé de  $4^{\circ} 14' 35''$  est au sinus total, ainsi  $17' 0''$  est à  $17' 3''$  qui sont mesurées par  $HG$ , & qui étant retranchées de  $CE$  observé de  $42' 0''$  donnent  $CK$  de  $24' 57''$ , on fera ensuite comme  $CE 42' 0''$  est à  $CK 24' 57''$ , ainsi la tangente de l'angle  $CAH$  de  $4^{\circ} 14' 35''$  est à la tangente de l'angle  $CAI$ , que l'on trouvera de  $7^{\circ} 5' 55''$ , & dont retranchant l'angle  $CAH$ , reste l'angle  $HAI$  de  $2^{\circ} 51' 20''$ ; les angles  $CAH$  &  $CAI$  étant connus, on fera comme le sinus du complément de  $CE 42'$  est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle  $CAI$  de  $7^{\circ} 5' 55''$  est au sinus du complément de l'angle  $EAI$  que l'on trouvera de  $7^{\circ} 3' 40''$ . Enfin l'on fera comme le sinus du complément de  $CE 17'$  est au sinus total, ainsi le sinus du complément de l'angle  $HAI$  de  $2^{\circ} 51' 20''$  est au sinus du complément de l'angle  $GAI$  que l'on trouvera de  $2^{\circ} 50' 30''$ , & qui étant retranché de  $EAI$  qui est de  $7^{\circ} 3' 40''$  donne l'angle  $EAI$  sur le plan de l'horison de l'Observatoire qui répond à l'angle  $CAI$  observé entre le Clocher & le Pilier de Montmartre de  $4^{\circ} 13' 10''$ , plus petit de  $1' 25''$  qu'on ne l'avoit déterminé. On voit par-là dans quelle erreur l'on seroit tombé dans la description de la Méridienne qui est fondée sur la direction du Pilier de Montmartre, si l'on avoit déterminé l'angle entre ce Pilier & le Clocher de Montmartre immédiatement, car cette erreur auroit influé sur toute la suite des Triangles.

Il faut remarquer ici qu'il y a des cas où l'angle réduit au plan de l'horison sera plus grand que l'angle observé entre deux objets de différente hauteur, comme par exemple, lorsque la réduction qui convient à l'angle  $CAI$  est plus

petite que celle qui répond à l'angle  $HAI$ , ce qui arrive souvent lorsque l'angle  $CAH$  est fort grand.

Fig. 4.

L'angle réduit est aussi, comme on l'a remarqué, plus grand que l'angle observé, lorsque les deux objets sont également élevés ou abaissés à l'égard du plan de l'horison, comme dans cette figure où  $C$  représente le lieu de la station élevé sur le plan de l'horison, d'où l'on a observé l'angle  $BCA$  entre deux objets  $B$  &  $A$ , que l'on peut supposer à la même distance. Dans ce cas, on fera comme le sinus du complément de  $CE$ , hauteur du point  $C$  sur l'horison qui est mesuré par l'angle  $CAE$  ou  $CBE$  qui lui est égal, est au sinus total, ainsi le sinus de l'angle  $ACG$ , moitié de l'angle  $ACB$  observé, est au sinus de l'angle  $AEG$ , moitié de l'angle  $AEB$  réduit au plan de l'horison qu'il falloit chercher.

On voit par ce que l'on vient d'exposer, qu'il faut avoir une grande attention en vérifiant l'instrument par le tour de l'horison, de choisir des objets dont l'élévation ou l'abaissement soit peu sensible, & lorsqu'il ne s'en trouve pas dans la situation requise, il est nécessaire d'observer leur hauteur pour en faire la réduction, & en tenir compte dans la correction de l'instrument. On voit aussi que lorsqu'un angle excède le nombre de degrés contenu dans la division (auquel cas on ne peut avoir la mesure que par la somme de deux angles) il faut éviter, autant qu'il est possible, que l'objet intermédiaire soit au dessus ou au dessous du plan qui passe par l'œil de l'Observateur & les deux objets extrêmes, autrement il convient de le réduire au plan de l'horison pour éviter l'erreur qu'il y auroit dans l'angle total; mais ce qui mérite une attention particulière, est que faute d'y avoir égard, on peut s'écarter très-considérablement de la Méridienne ou Perpendiculaire que l'on veut décrire, quand même les angles auroient été observés avec la dernière précision. Nous en avons rapporté un exemple assez sensible dans la position du Clocher de la Paroisse de Montmartre à l'égard du Pilier qui est dirigé au Nord. On peut voir aussi dans les trois premiers Triangles de la Méridienne qui ont tous un angle qui aboutit.

à la Tour de Mont-l'hery, que si dans chacun de ces angles pris exactement, & réduits au plan de l'horison, il y a une différence de 10" dans le même sens, il y aura sur la somme de ces trois angles 30" qui écarteront la Méridienne de sa direction véritable, & cette seule différence dans l'étendue de 360000 toises depuis Paris jusqu'à Collioure, doit causer une erreur qui monte environ à 60 toises.

Il en est de même dans les Triangles suivans & dans tous les autres, tant de la Méridienne que de la Perpendiculaire, où l'on remarquera que les objets auxquels il y a un plus grand nombre de Triangles qui aboutissent, sont ordinairement les plus élevés, parce qu'ils se voyent de plus d'endroits, & que par cette raison la somme des angles qui y sont observés, doit différer davantage de cette somme réduite à un plan horizontal.

Il est vrai que plusieurs de ces erreurs doivent nécessairement se compenser en partie, parce que s'il y a des cas où la somme des angles réduits au plan de l'horison est plus petite que la somme des angles observés, il y a d'autres cas où elle est plus grande, mais il faut avouer que cette compensation ne peut jamais être égale, sur-tout lorsqu'il se rencontre quelque objet beaucoup plus élevé que la plupart des autres qui l'environnent, & qu'ainsi c'est une source d'erreurs à laquelle il faut remédier, ce que j'espère pouvoir faire en cette manière.

Comme il seroit difficile d'observer avec le même Quart-de-cercle dont on se sert pour prendre les angles à l'horison la hauteur de tous les objets que l'on y découvre, parce qu'il faudroit placer ensuite ce Quart-de-cercle dans une situation verticale, changer de centre, & y suspendre un cheveu avec un plomb pour y prendre les hauteurs, ce qui est long & presque impossible à exécuter lorsqu'on n'est point à l'abri du vent, j'ai crû qu'il conviendrait de faire construire un Instrument à peu-près semblable au Niveau de M. Picard, tel qu'il est ici représenté, composé d'une Lunette *AB* d'un pied, dont le tuyau est quarré, & d'une Règle *CD* large de 2 pouces

Fig. 8.

qui y sera appliquée à angles droits, & excédera un peu par le haut, pour ne pas embarrasser le centre *C* où sera suspendu un cheveu avec un plomb. On divisera l'extrémité de cette Regle en 10 degrés, & chaque degré en 10 parties par des cercles concentriques & des lignes transversales, mettant 0 au milieu, en sorte qu'il y ait 5 degrés de part & d'autre, ce qui excède la plus grande hauteur dont on puisse avoir besoin. Cette Regle sera arrêtée fixement par deux barres de fer *HI*, *KL*, & sera couverte entièrement par un garde de cheveu qui y sera fixé & fermé exactement pour que le cheveu soit à l'abri du vent, avec un Verre par le bas pour pouvoir appercevoir les divisions & observer les hauteurs. On attachera derrière cette Regle une barre de fer platte qui sera terminée par un cylindre, lequel entrera dans le canon du pied de l'Instrument, dont les vis serviront pour le caler & le diriger à l'objet dont on déterminera les hauteurs avec assés d'exactitude, puisque l'on y appercevra les demi-minutes avec autant d'évidence que l'on distingue 10" sur un Quart-de-cercle de 2 pieds, ce qui suffit pour ces sortes d'opérations, où une minute de plus ou de moins ne peut causer aucune erreur sensible dans la réduction des angles observés. Lorsque les différences de hauteur sont moindres de 15 minutes, on les négligera, pourvu que l'angle ne soit pas trop aigu & plus petit de 20 degrés, autrement on y aura égard par la méthode que j'ai donnée pour réduire au plan de l'horison les côtés & les angles des Triangles, ce qui est nécessaire à la rigueur pour ne pas s'écarter de la première direction, & déterminer avec précision l'étendue que l'on s'est proposée de mesurer : car quoiqu'en calculant les côtés des Triangles formés sur divers plans, on ait exactement la grandeur de leurs côtés jusqu'à la base que l'on mesure aux extrémités, & qui par cette raison peut se trouver conforme à celle qui résulte de la suite des Triangles ; on ne peut pas, pour les raisons que je viens de rapporter, s'assurer qu'on ne se soit point écarté de la direction que l'on avoit choisie, & c'est peut-être la cause de la différence entre la position d'Or-

léans déterminée par deux suites de Triangles différents que nous avons trouvée de 28 toises, quoique les côtés communs aux deux suites de Triangles d'Orléans à Pithiviers & à Chaumont se soient trouvés exactement de la même grandeur.

Après avoir examiné les précautions qu'il faut prendre pour éviter les erreurs qui dépendent de l'inégalité du terrain, il faut considérer celles qui peuvent provenir de la situation du lieu où l'on observe, & sur lesquelles je ne m'étendrai que fort peu, parce que l'on y a eu toujours attention, & qu'elles sont assez connues.

Si l'on pouvoit toujours se placer au centre de l'objet qui forme un des points du Triangle, il seroit inutile d'y faire aucune réduction, & les angles observés seroient les angles véritables; mais comme cela arrive très-rarement, il est nécessaire de les y réduire, ce qui demande que l'on connoisse la distance du lieu de la station aux objets observés, & la position exacte de l'instrument par rapport au centre de l'objet. Pour ce qui est des distances, on ne peut les connoître qu'après avoir formé les Triangles, ayant eu égard à la position de l'instrument, tel que  $ABD$  par rapport au centre  $C$  de la station. On dirige la Lunette fixe  $AB$  à un objet, & l'on place la mobile  $AE$  dans la direction du centre  $C$  pour avoir l'angle  $BAC$  ou  $HAC$ , de même que l'angle  $DAC$  ou  $IAC$ . Connoissant les angles  $IAC$ ,  $HAC$ , & les distances  $IA$ ,  $AH$ , avec la distance  $AC$  du centre de l'objet au centre du Quart-de-cercle, on connoitra les angles  $AHC$ ,  $AIC$ , lesquels étant retranchés de l'angle  $BAD$  ou  $HAI$  observé, donnent l'angle  $HCI$  réduit au centre de l'objet. Il est aisé de concevoir qu'il n'est point nécessaire de connoître exactement la grandeur des côtés  $AI$ ,  $AH$ , pour faire les réductions exactes, non plus que la grandeur précise de l'angle  $BAC$ , car une minute de plus ou de moins sur la grandeur de l'angle, & 20 ou 30 toises de plus ou de moins sur les grands côtés à la distance de 8 ou 10000 toises, ne produira pas une différence de 1" lorsque l'angle  $AIC$  ou  $AHC$  n'excédera point une ou deux minutes, & c'est pour cette raison que l'on peut d'abord calculer le Triangle

Fig. 9.

sans avoir égard à la réduction pour connoître les côtés dont on se servira pour faire la réduction.

Ces réductions se doivent faire en différentes manières suivant les différentes positions de l'instrument à l'égard du centre & des objets, car ou le centre de l'instrument se trouve exactement dans la direction du centre de la station & d'un des objets, ou il se trouve au milieu des deux objets, ou enfin à droite ou à gauche des deux objets. Dans le premier cas, la réduction dépend seulement de la distance de l'objet qui ne se trouve point dans la direction du centre de l'endroit où l'on observe & du centre du Quart-de-cercle, & pour lors il n'y a qu'un angle à corriger. Dans le second cas, la réduction dépend de la distance des deux objets, & pour lors il y a deux angles à corriger. Enfin dans le troisième cas, il y a un angle à retrancher & un à adjoûter, & la différence est ce qu'il faut adjoûter ou retrancher à l'angle pour avoir le véritable. Il faut cependant avoir attention, lorsque l'on détermine un angle par la somme de deux autres, de choisir pour objet intermédiaire un lieu dont la distance soit connue, & de faire en sorte que le centre *A* de l'instrument soit précisément dans la même situation.

Il nous reste présentement à examiner les précautions que l'on doit prendre pour corriger les erreurs qui dépendent de l'Instrument.

Après avoir choisi tous les objets autour de l'horison, dont la hauteur n'est pas assés sensible pour produire quelque différence dans les angles observés, on fera le tour de l'horison par quatre ou cinq angles, & on déterminera ensuite chacun de ces angles par la somme de plusieurs autres; si le tour de l'horison, ainsi observé, donne 360 degrés à quelques secondes près, & que la somme des angles partiels soit égale à l'angle total avec une différence qui n'excede point les petites erreurs que l'on peut faire dans chaque observation, on peut s'assurer que l'instrument est bien divisé; s'il s'y trouve quelque erreur plus grande, il faut vérifier une seconde fois les mêmes angles, & si les erreurs subsistent, en tenir compte  
dans

dans une Table que l'on dressera à cet effet pour y avoir recours.

Comme l'on applique présentement des Micrometres au Quart-de-cercle, il faudra, après s'être assuré du rapport des divisions du Quart-de-cercle avec celles du Micrometre, prendre les mêmes angles sur le Quart-de-cercle par ces deux méthodes, pour ne pas se méprendre dans les tours du Micrometre, & s'assurer de la précision des lignes transversales sur lesquelles l'on compte les minutes & secondes dans les Quart-de-cercles ordinaires.

Avec toutes ces précautions, on peut s'assurer d'approcher beaucoup de la juste grandeur des angles ; je dis approcher, parce qu'il seroit très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'arriver à la dernière précision. Un degré d'un Quart-de-cercle de 2 pieds de rayon n'occupe que 5 lignes sur sa circonférence, ce qui est à raison d'un douzième de ligne par minute, ainsi une erreur de 10" sur l'instrument ne seroit l'effet que de celle d'un intervalle égal à la 72<sup>me</sup> partie d'une ligne. A l'égard de la précision dont l'Observateur est capable, il faut, pour en bien juger, considérer que la mesure de l'angle observé demande deux opérations. La première, que l'on place la Lunette mobile sur le même objet que la Lunette fixe, & que l'on fasse en sorte que le cheveu de l'alidade marque 0, ou que l'on tienne compte de la différence. La seconde, que l'on place le fil vertical de la Lunette mobile sur un autre objet dont on veut déterminer la situation. Si dans chacune de ces opérations on ne s'écarte que de 5", qui est la moindre erreur que l'on puisse supposer, tant par la difficulté de placer précisément l'objet sur le fil vertical, que par le défaut d'estime sur les divisions, on aura 10", qui, jointes à pareille erreur de la part de l'instrument, en font une de 20", supposant qu'elles fussent toutes dans le même sens, & l'on ne pourroit pas espérer d'avoir une plus grande précision, si les erreurs ne se compensoient pas ; il est bon de remarquer ici que par le moyen du Micrometre que l'on adapte aux Lunettes des Quart-de-cercles, on ne remédie qu'à une partie de l'erreur.

qui vient de l'estime des divisions, car on est toujours obligé d'y avoir recours, en plaçant la Lunette mobile à un point de division quelconque; & quoique sur les divisions du Micrometre l'on puisse juger jusqu'à une seconde près, on ne peut pourtant pas se flatter de pouvoir arriver à cette précision, parce qu'une seconde de degré, qui est fort sensible sur la division du Micrometre, ne produit presque aucune variation dans le fil de la Lunette, & c'est ce que j'ai éprouvé par le moyen d'un Instrument de 18 pouces garni d'un Micrometre, car ayant placé le fil à un objet, il ne paroïsoit pas varier pour une division de plus ou de moins, quoique chaque division comprît plus de deux secondes. Il faut pourtant convenir que c'est l'instrument que l'on peut employer le plus utilement, & duquel l'on peut attendre une plus grande précision, & un des plus grands avantages que j'y trouve, c'est qu'outre qu'on remédie à une partie de l'erreur qui vient de l'estime, on évite aussi une partie de celle qui vient de la part de l'ouvrier: car comme l'erreur de l'instrument provient souvent des lignes transversales qu'il est très-difficile de tracer exactement, tandis que les points qui sont le premier fondement de la division peuvent être très-exacts, on peut n'employer que les points, & il faut pour lors que le Micrometre comprenne au moins 10 minutes de la division; & comme dans la pratique, plus l'on évite d'opérations, plus l'on a de précision, je ferois d'avis que les Micrometres comprissent au moins 30 minutes de la division, & que l'on divisât seulement chaque degré en deux parties, ce qui abbregeroit bien le temps que l'on employe à la construction d'un Quart-de-cercle; car pour lors les lignes transversales deviendroient inutiles, & c'est ce qui est plus difficile dans la division. Toutes les remarques que nous venons de faire sont dans la supposition qu'on ait pris toutes les précautions possibles dans l'usage des instruments qui ont été construits avec la précision dont les plus habiles ouvriers sont capables; mais s'ils viennent ensuite à se déranger par quelque accident imprévu, comme il nous est presque toujours arrivé dans nos voyages, alors il



faut employer la Méthode que nous avons eu l'honneur d'envoyer à l'Académie pendant notre dernier Voyage.

*Méthode de déterminer dans un Quart-de-cercle qui s'est dérangé par quelques secousses ou accidents imprévus, la situation de son centre, & la correction qu'il y a à faire à chaque Angle de position, suppose que les divisions de son limbe soient exactes.*

Soit un Quart-de-cercle  $DAB$ , dont les divisions sont exactes, mais dont le centre  $D$  a changé de place, on cherche la situation de ce centre ainsi déplacé, & la correction qu'il faut faire à l'angle observé pour avoir le véritable.

Fig. 10.

On vérifiera d'abord ce Quart-de-cercle, en faisant le tour de l'horison, par le moyen de quatre angles approchant de  $90^\circ$  ou environ, pour sçavoir si la somme de ces angles est égale à  $360^\circ$ , & de combien elle en diffère par excès ou par défaut; on prendra ensuite l'angle de position entre deux de ces objets éloignés d'environ  $90^\circ$  par le moyen de deux ou trois angles de  $30^\circ$  &  $45^\circ$ , pour voir si l'angle total est égal à la somme de ces angles, & l'on tiendra compte de leur différence.

L'on supposera ici, par exemple, qu'ayant fait le tour de l'horison par quatre angles de  $90^\circ$  ou environ, on l'a trouvé de  $360^\circ 6' 0''$ , ce qui donne  $1' 30''$  de trop sur chacun de ces angles, & qu'ayant observé un angle de  $30^\circ$ , il se soit trouvé exact, soit qu'on l'ait comparé avec un autre instrument dont on est sûr de la précision, soit qu'ayant pris l'angle de position entre deux objets écartés l'un de l'autre de  $90^\circ$  par le moyen de trois angles à peu-près égaux, leur somme se soit trouvée plus petite de  $1' 30''$  que l'angle total.

Ayant décrit l'arc  $AB$  de  $90^\circ 1' 30''$ , on prendra sur cet arc,  $BH$  de  $30^\circ$ , & on divisera les cordes  $AB$ ,  $BH$ , en deux parties égales au point  $E$  & au point  $I$ , d'où l'on élèvera les perpendiculaires  $ED$ ,  $ID$ , qui se rencontreront au point  $D$ , qui est le centre du limbe. On prendra l'angle  $EAP$  de  $45^\circ$

84 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

0'0", complément de l'angle  $EPA$ , qui est aussi de  $45^{\circ} 0' 0''$ ; moitié de l'angle  $APB$  qui doit être de  $90^{\circ}$ , & l'on menera  $AP$  qui rencontrera  $ED$  prolongé en  $P$ ; on joindra  $HD$ , & l'on aura l'angle  $BHD$  de  $75^{\circ} 0' 0''$ , lequel est le complément de l'angle  $HDI$  de  $15^{\circ}$ , moitié de l'angle  $HDB$  observé de  $30^{\circ}$ , qui se termine au centre  $D$  du limbe  $AHB$ .

Du point  $E$  comme centre, & de l'intervalle  $AE$  ou  $EP$  qui lui est égal, on décrira le cercle  $APGB$ , & ayant fait l'angle  $DHC$  égal à l'angle  $CDH$  qui est de  $15^{\circ}$ , on décrira du centre  $C$  & de l'intervalle  $CH$  égal à  $CD$ , le cercle  $DGBH$  qui coupera le cercle  $APGB$  au point  $G$ .

Je dis que le point  $G$  marque le lieu où se trouve le centre de l'instrument, qui est tel qu'ayant observé deux angles de position, l'un de  $90^{\circ} 1' 30''$ , & l'autre de  $30^{\circ}$ , ils sont réellement le premier de  $90^{\circ}$ , & le second de  $30^{\circ}$ , car le point  $G$  étant dans le demi-cercle  $APGB$ , l'angle  $AGB$  ou  $TGS$ , entre les deux objets  $T$  &  $S$ , est de  $90^{\circ}$ , quoiqu'on l'ait observé de  $90^{\circ} 1' 30''$  sur les divisions du limbe  $AB$ , & l'angle  $BGH$  ou  $SGR$ , observé entre les objets  $S$  &  $R$ , étant en même temps sur le cercle qui passe par les points  $DGBH$  est égal à l'angle  $BDH$  de  $30^{\circ}$ , tel qu'il est sur les divisions  $BH$  du limbe  $AHB$ .

Pour trouver par le calcul la situation du point  $G$ , & la correction qu'il faut faire à chaque angle observé pour avoir l'angle véritable, on fera comme le sinus total est au sinus de l'angle  $ADE$  de  $45^{\circ} 0' 45''$ , moitié de l'angle  $ADB$  de  $90^{\circ} 1' 30''$ , ainsi  $AD$ , supposé 100000, est à  $AE$  ou  $EP$ , qu'on trouvera de 70726, on aura de même  $DE$  de 70695; on fera aussi, comme le sinus de l'angle  $HCI$  de  $30^{\circ}$  est au sinus de l'angle  $HDI$  de  $15^{\circ}$ , ainsi  $AD$  ou  $DH$  100000 est à  $DC$  51764. Retranchant de l'angle  $ADE$  ou  $EDB$  de  $45^{\circ} 0' 45''$  l'angle  $BDI$  de  $15^{\circ} 0' 0''$ , on aura l'angle  $EDC$  de  $30^{\circ} 0' 45''$ , & dans le Triangle  $EDC$ , dont les côtés  $DC$ ,  $DE$ , sont connus, & l'angle compris  $EDC$ , on trouvera le côté  $CE$  de 36602, & l'angle  $DEC$  de  $45^{\circ} 1' 18''$ . Maintenant dans le Triangle  $EGC$ , dont les

trois côtés sont connus, on trouvera l'angle  $CEG$  de  $44^{\circ} 58' 41''$ ; le retranchant de l'angle  $DEC$  qui a été trouvé de  $45^{\circ} 1' 18''$ , on aura l'angle  $DEG$  de  $0^{\circ} 2' 37''$ . Enfin dans le Triangle  $DEG$ , dont les côtés  $EG$ ,  $DE$ , sont connus, & l'angle compris  $DEG$ , on trouvera  $DG$  de 62 parties, dont le rayon  $AD$  est 100000.

On peut, pour abréger ce calcul, adjoûter à l'angle  $EDC$ , qui est de  $30^{\circ} 0' 45''$ , l'angle  $CDG$  qui ne diffère d'un angle droit que de la moitié de l'angle  $DCG$  qui est de  $3$  à  $4'$ , & on aura l'angle  $EDG$  de  $120^{\circ} 0' 45''$ , & dans le Triangle  $EDG$ , dont les côtés  $EG$ ,  $DE$ , sont connus, & l'angle  $EDG$ , on trouvera l'angle  $DEG$  de  $0^{\circ} 2' 37''$ , & le côté  $DG$  de 62 parties, de même qu'on l'a fait ci-dessus par un calcul beaucoup plus long.

Pour trouver présentement la correction qu'il faut faire à chaque angle, comme par exemple à  $60^{\circ}$ , on retranchera de l'angle  $EDG$  de  $120^{\circ} 0' 0''$  l'angle  $EDB$  de  $45^{\circ} 0' 45''$ , & l'on aura l'angle  $BDG$  de  $74^{\circ} 59' 15''$ , & dans le Triangle  $BDG$ , dont le côté  $DG$  est connu de 62 parties, le côté  $BD$  est 100000, & l'angle  $BDG$  est de  $74^{\circ} 59' 15''$ , on trouvera le côté  $GB$  de 99984 qui servira pour tous les angles; on trouvera aussi l'angle  $GBD$  de  $2' 3''$ , qui étant adjoûté à l'angle  $DBA$  de  $44^{\circ} 59' 15''$ , donne l'angle  $GBA$  de  $45^{\circ} 1' 18''$ . Retranchant de l'arc  $AB$  de  $90^{\circ} 1' 30''$ , l'arc  $BL$  observé de  $60^{\circ}$ , on aura l'arc  $AL$  de  $30^{\circ} 1' 30''$ , dont la moitié  $15^{\circ} 0' 45''$  mesure l'angle  $ABL$ ; l'adjoûtant à l'angle  $GBA$  de  $45^{\circ} 1' 18''$ , on aura l'angle  $GBL$  de  $60^{\circ} 2' 3''$ , & dans le Triangle  $GBL$ , dont le côté  $GB$  est connu de 99984, & le côté  $BL$  égal à la corde de  $60^{\circ}$ , & l'angle compris  $GBL$ , est de  $60^{\circ} 2' 3''$ , on trouvera l'angle  $BGL$  de  $59^{\circ} 59' 27'' \frac{1}{2}$  qui mesure l'angle véritable entre les deux objets, lorsqu'il a été observé de  $60^{\circ}$  sur les divisions du Quart-de-cercle; ainsi au lieu que sur l'angle de  $90^{\circ}$  il y a une erreur de  $1' 30''$ , il n'y en a qu'une de  $33''$  sur un angle de  $60^{\circ}$ : on trouvera de même qu'à  $50$  degrés il ne doit y avoir que  $19''$  à retrancher de l'angle observé pour avoir le

# 26 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

véritable, & que tout au contraire, lorsque l'angle est moindre de 30", la correction est additive, quoique d'une petite quantité, ne l'ayant trouvée à 15° 0' 0" que de 4".

Il est aisé de concevoir que cette méthode, que je n'ai appliquée à un cas particulier que pour la faire mieux comprendre, peut s'étendre à tous les cas imaginables, comme, par exemple, lorsque le tour de l'horison a été assés observé exactement de 360° 0' 0", & qu'il y a une erreur de 30 ou 40" dans l'angle de 30° 0' 0", ou même quand il y a une différence sur l'angle de 90° & sur l'angle de 30°, & pour lors cela ne dépend que d'une construction pareille à la précédente, quoique plus compliquée selon les différents cas.

*TABLE de la correction qu'il faut faire aux Angles observés, suivant les différentes hauteurs de l'objet sur l'Horison.*

Angles observés.	HAUTEURS SUR LE PLAN DE L'HORIZON.						
	1° 0'	0° 50'	0° 40'	0° 30'	0° 20'	0° 10'	
0	0' 0"	0' 0"	0' 0"	0' 0"	0' 0"	0' 0"	0' 0"
5	6 3	4 15	2 40	1 31	0 40	0 10	
10	3 0	2 5	1 19	0 45	0 20	0 5	
15	1 58	1 21	0 54	0 29	0 14	0 4	
20	1 27	1 0	0 38	0 22	0 10	0 2	
25	1 8	0 47	0 30	0 17	0 8	0 2	
30	0 54	0 38	0 25	0 14	0 6	0 2	
35	0 45	0 31	0 20	0 11	0 6	0 1	
40	0 37 $\frac{1}{2}$	0 27	0 17	0 9	0 4	0 1	
45	0 32	0 22	0 14	0 8	0 4	0 1	
50	0 26	0 18	0 12	0 6	0 2	0 1	
55	0 22	0 15	0 10	0 5	0 2	0 1	
60	0 18	0 13	0 8	0 4	0 2	0 1	
65	0 15	0 10	0 6	0 4	0 2	0 0	
70	0 12	0 8	0 5	0 3	0 2	0 0	
75	0 8	0 6	0 4	0 2	0 1	0 0	
80	0 5	0 4	0 3	0 1	0 1	0 0	
85	0 3	0 2 $\frac{1}{2}$	0 2	0 1	0 0	0 0	
90	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	

Fig. 1

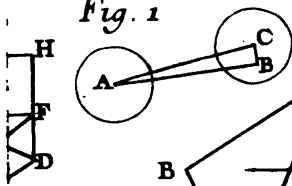


Fig. 3

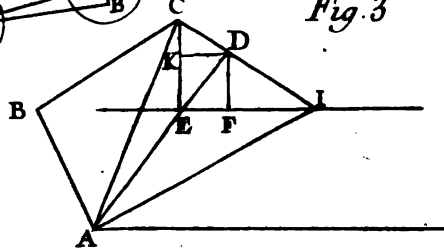


Fig. 5

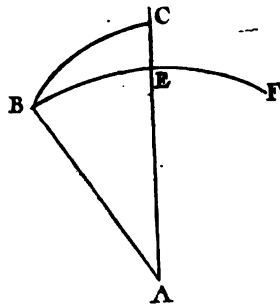


Fig. 6

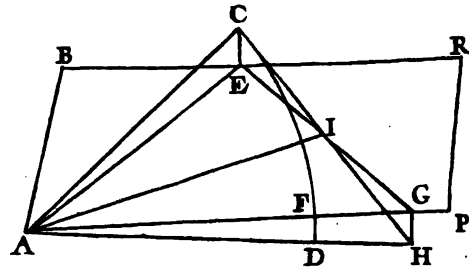


Fig. 7

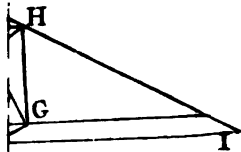


Fig. 9

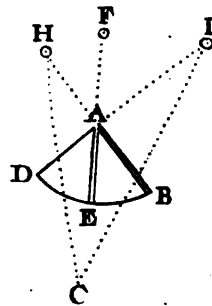
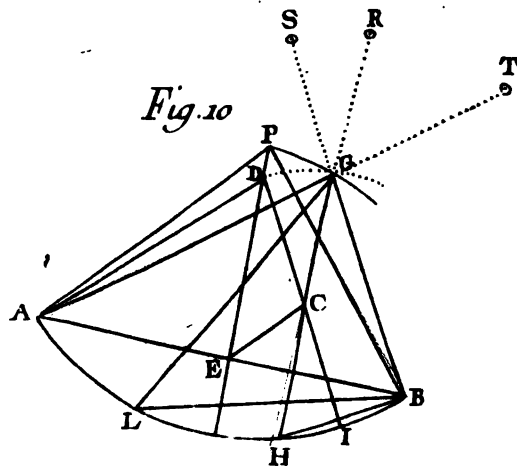
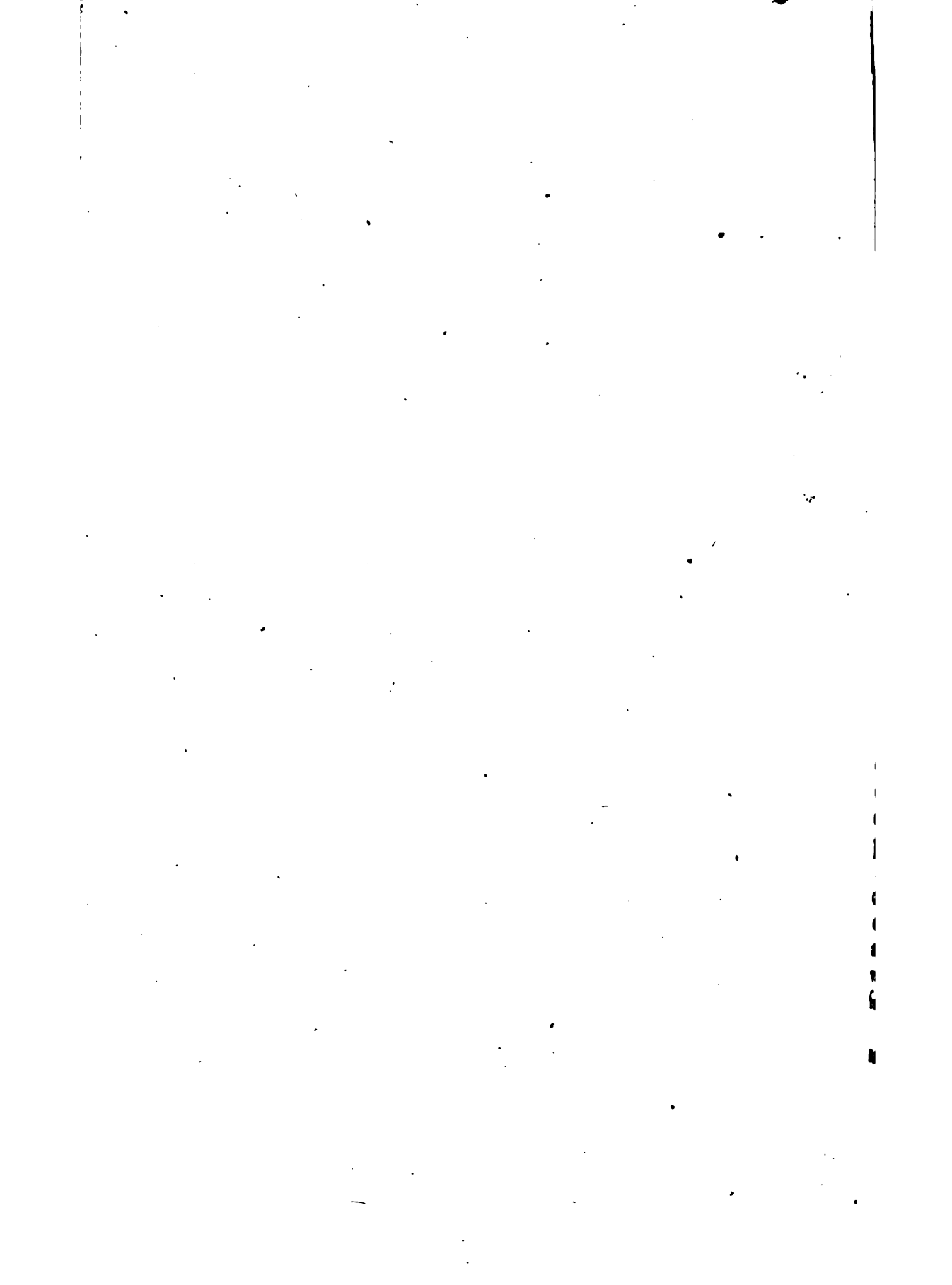


Fig. 10





# OBSERVATIONS SUR LA SENSITIVE.

Par M. DU FAY.

**L**A Sensitive est trop connue pour que nous ayons rien à dire sur ses mouvements ordinaires & les explications que la plupart des Auteurs qui ont eu occasion d'en parler, ont essayé d'en donner, mais nous croyons ces explications très-insuffisantes, & nous pensons qu'il seroit nécessaire de faire un grand nombre d'observations nouvelles, de rassembler des faits certains, & de répéter plus d'une fois les expériences les plus singulières, avant que de tenter des explications qui ne peuvent être que très-imparfaites, si elles ne sont appuyées sur les phénomènes dont on ne peut avoir de connoissance que par les voyes que nous venons d'indiquer.

24 Juillet  
1736.

C'est dans cette vûe que nous avons travaillé depuis quelques années, M. du Hamel & moi, à faire les observations suivantes, que nous avons jugé à propos de donner en commun, parce que travaillant sur le même sujet, le hazard nous a fait rencontrer très-souvent dans les mêmes expériences, que nous en avons fait plusieurs ensemble & de concert, & que celles que nous avons faites chacun en particulier, ont été pour la plupart répétées par l'un & l'autre, en sorte qu'on peut s'assurer qu'elles ont été faites avec exactitude.

Je ne suivrai dans le rapport de ces expériences, aucun ordre particulier que celui du temps à peu-près dans lequel elles ont été faites, & nous ne les donnons que comme un assemblage de matériaux qui peuvent être utiles à ceux qui voudront s'appliquer à l'examen particulier d'une Plante qui fait l'admiration de tous ceux qui la connoissent.

Il y a plusieurs especes de Sensitives, mais nous ne parlerons que de celle qui est connue des Botanistes sous le nom

de *Mimosa humilis*, *spinosa*, *frutescens siliquis conglobatis*. *Plum. Cat.* Il est nécessaire d'en donner une Figure pour faire connoître chaque partie de la Plante, & éviter l'obscurité, ou la confusion dans la description des expériences. J'appellerai branche la partie *A*, *B*, de la Plante, *B*, *C*, les rameaux, *C*, *D*, les côtes feuillées, *f*, *g*, *h*, les feuilles qui sont attachées à la côte feuillée chacune par un pédicule. Il y a ordinairement à chaque côte feuillée quatorze feuilles de chaque côté, mais quelquefois plus ou moins ; chaque rameau porte pour l'ordinaire quatre côtes feuillées, & quelquefois deux seulement : le reste de la Plante varie comme toutes les autres. Ce petit nombre de définitions suffit, mais il étoit nécessaire pour l'intelligence de ce Mémoire.

Fig. 1.

On sçait que presque toutes les Plantes qui ont leurs feuilles empanées ou rangées par paires sur une côte, ont un mouvement périodique qui les fait se fermer tous les soirs, & s'ouvrir tous les matins, les Casses, les Cassies, les Acacias, les Sensitives, sont de ce nombre.

*Hist. de l'Ac.* M. de Mairan a remarqué que quoique la Sensitive fût  
3729. p. 35. dans un lieu très-obscur, & d'une température assés uniforme, elle ne laissoit pas de se fermer tous les soirs, & de se r'ouvrir tous les matins, comme si elle eût été exposée au jour. Nous avons voulu voir ce qui arriveroit en mettant la Sensitive dans une obscurité plus parfaite, & nous avons fait l'expérience chacun de notre côté, nous l'avons fait faire aussi dans les caves de l'Observatoire, où le Thermometre ne varie pas sensiblement, le succès a été à peu-près le même dans chacune de ces expériences, & voici ce qui est arrivé.

I. OBSERVATION. Le 14 d'Août, à 10 heures du matin, ayant porté un pot de Sensitive dans un caveau très-obscur, qui étoit précédé d'une autre cave, la Plante se ferma par le mouvement du transport. Le lendemain, à 10 heures du matin, elle étoit ouverte, mais pas absolument autant que dans son état naturel ; le soir à 10 heures elle étoit entièrement ouverte ; elle le fut pareillement le reste de la nuit, & le lendemain à 7 heures du soir elle l'étoit encore, & même elle



elle étoit très-sensible ; le même jour à 10 heures elle étoit dans le même état, & les feuilles que j'avois touchées trois heures auparavant, & qui s'étoient fermées alors, étoient entièrement r'ouvertes ; elle resta encore deux jours dans la même cave, & fut toujourn ouverte & sensible. Le 18 à 9 heures du soir, je la retirai de la cave très-doucement, & je l'exposai à l'air, elle demeura ouverte toute la nuit, elle étoit toujourn sensible, mais cependant un peu moins que dans son état ordinaire, elle fut tout le jour ouverte, & le soir elle se ferma comme toutes les autres, & a continué à se porter très-bien, sans qu'il ait paru que cette expérience lui eût fait aucun tort. Il est arrivé la même chose à M. du Hamel, si ce n'est que la sienne étoit plus paresseuse dans le temps qu'elle a demeuré à la cave, ce qui vient peut-être de ce que ma Plante étoit plus vigoureuse que la sienne, ou de ce que son expérience a été faite dans une saison un peu plus avancée.

Voici, comme l'on voit, un effet tout différent de ce qui est arrivé à M. de Mairan, & l'on pourroit croire que cela vient de ce que l'obscurité étoit plus parfaite, mais cela tient certainement à une autre cause, car nous avons enfermé dans une grande malle de cuir un pot de Sensitive, la malle étoit enveloppée de plusieurs doubles d'une grosse étoffe de laine, & de plus elle étoit placée dans une chambre dont les portes & fenêtres étoient exactement fermées, la Plante n'a pas laissé d'être ouverte à 8 heures du matin ; il est vrai qu'elle ne l'étoit pas absolument autant qu'elle l'auroit été à la lumière du jour, mais elle avoit certainement beaucoup moins de lumière dans cet endroit qu'elle n'en a à 7 heures du soir dans le mois de Juillet à l'air libre, cependant dans ce dernier cas elle est entièrement fermée, au lieu que dans la malle elle étoit presque absolument ouverte, de même que dans l'expérience de M. de Mairan.

II. Nous avons fait passer l'hiver à quelques pieds de Sensitive dans les nouvelles Serres du Jardin du Roy, elle est beaucoup plus paresseuse que pendant l'été, & paroît comme

engourdie, cependant elle ne manque pas de se fermer tous les soirs, & de se r'ouvrir tous les matins, quoiqu'il y ait souvent des jours plus froids que les nuits, ainsi que je l'ai reconnu par le Thermometre; on peut donc inférer de ces deux observations, que ce n'est point de la température de l'air, ni de la lumière du jour, & de l'obscurité de la nuit seulement que dépend ce mouvement alternatif de la Sensitive. Je me suis assuré par l'expérience suivante que ce n'étoit ni la chaleur du jour qui faisoit ouvrir la Sensitive, ni la fraîcheur des approches du soir qui la faisoit fermer, car le 29 d'Août je remarquai qu'un Thermometre de M. de Reaumur que j'avois placé à côté d'un pot de Sensitive dans une chambre, étoit au 15<sup>me</sup> degré à 7 heures du soir lorsqu'elle se ferma; le lendemain à 7 heures du matin, le Thermometre étoit 2 degrés plus bas, & cependant la Plante étoit parfaitement ouverte. Ce jour-là même je portai à midi la Sensitive ouverte & le Thermometre dans un endroit où le Thermometre qui avoit été le matin dans un lieu plus chaud, descendit à 20 degrés; je laissai l'un & l'autre en cet endroit jusqu'à 5 heures, & je les portai alors sans donner le moindre mouvement à la Sensitive, dans un endroit voisin où il y avoit du feu allumé, le Thermometre monta à 28 degrés en moins d'un quart d'heure, & demeura jusqu'à 8 heures du soir à peu-près au même point, la Sensitive ne laissa pas de se fermer avant 7 heures, & même plutôt qu'elle n'auroit fait en plein air; peut-être la température avoit été trop promptement changée, & c'est ce qui l'aura fait fermer plutôt. Cette expérience suivie long-temps avec exactitude & patience, pourroit peut-être mener à quelque découverte sur le mécanisme des mouvements de cette Plante.

III. Une lumière artificielle ne produit pas le même effet, car qu'on mette la Sensitive auprès d'une flamme très-brillante, ou qu'on en approche de fort près un flambeau allumé, il ne lui arrive aucun changement, & elle demeure toujours fermée.

IV. La Plante n'est pas également ouverte tous les jours,

ni aussi exactement fermée toutes les nuits ; les jours chauds sont ceux où elle fait le mieux son jeu ; quand il fait froid elle semble languir, & lorsqu'elle se ferme, les feuilles ne sont pas aussi exactement appliquées l'une contre l'autre ; de même quand elle est ouverte, elles ne sont pas alors dans le même plan, mais celles de la droite forment un angle plus ou moins obtus avec celles de la gauche. Le temps où elle est le plus sensible, & par conséquent le plus propre aux expériences, est sur les 9 heures du matin d'un jour très-chaud, & où le Soleil est un peu couvert, car pendant les grandes ardeurs du Soleil, vers le milieu du jour, elle se ferme ordinairement un peu.

V. Lorsqu'un pot de Sensitive a été pendant quelques heures couvert d'une cloche de verre, & exposé au Soleil, si l'on vient à lever cette cloche sans toucher la Plante, ni remuer aucune de ses branches, au bout d'une minute, ou environ, les feuilles & les branches se plient toutes successivement, & elle se ferme presque entièrement. Cette observation avoit déjà été faite par d'autres, je l'ai répétée avec tout le soin possible, & je me suis assuré que cela ne venoit ni du vent, ni d'aucun mouvement, mais seulement du chan-

*Hook Micro-*  
*graphia, obs.*  
*28. p. 116.*

gement qui résulte de la différence de l'air extérieur & de celui qui étoit renfermé sous la cloche, ce qui a quelque rapport avec la seconde observation.

Fig. 1.

VI. Un rameau *B, C*, coupé & détaché de la Plante, continué à se fermer quand on le touche, ou quand la nuit approche, & il se r'ouvre ensuite ; cette faculté se conserve encore plus long-temps si l'on fait tremper dans l'eau le bout du rameau.

VII. Ayant lié le soir une grosse branche de Sensitive avec un fil ciré, & l'ayant serré fortement, cela n'a pas empêché les feuilles de cette branche de s'ouvrir le lendemain matin, & d'être sensibles comme celles du reste de la Plante ; la même chose est arrivée à une côte feuillée après l'avoir liée pareillement par la tige qui l'attache au rameau.

VIII. Tous les mouvements de la Sensitive se font dans

les articulations du rameau à la branche, de la côte feuillée au rameau, & du pédicule de la feuille à la côte feuillée, & ces mouvements sont à peu-près semblables à ceux d'une charnière. Il est bon d'en donner une idée un peu plus détaillée. Le rameau se meut sur la branche épineuse dans le point *B* de son articulation d'une manière assez semblable au mouvement d'une branche de compas; ce rameau porte à son autre extrémité deux ou quatre côtes feuillées qui se meuvent pareillement dans le point *C* de leur articulation qui est commun à toutes, & outre cela chaque feuille se meut sur son pédicule, & s'applique l'une contre l'autre chacune sur son opposée, en sorte qu'elles décrivent chacune un angle de 90 degrés. Voilà donc dans cette Plante trois parties différentes qui se meuvent les unes sur les autres, & même avec quelques différences dans leurs mouvements, car les feuilles non seulement se rapprochent & se collent l'une contre l'autre, mais la grosse fibre de chaque feuille & son pédicule qui faisoient avec la côte feuillée un angle droit lorsque la Sensitive étoit ouverte, font un angle aigu lorsqu'elle est fermée, en sorte que le mouvement de la feuille est composé, & qu'il est plutôt celui d'un genou, ou d'une charnière inclinée, que celui d'une tête de compas; le mouvement des côtes feuillées sur le rameau est moins considérable que celui du rameau sur la branche, ces deux derniers paroissent ne se faire que d'un sens, & tiennent plus de la charnière que du genou. On peut voir l'état des rameaux & des feuilles dans ces différentes positions; les cercles & les lignes ponctuées désignent le mouvement de chaque partie de la Plante, ainsi avant que de toucher le rameau *C, D*, les quatre côtes feuillées sont ouvertes comme celle marquée *E*; si l'on touche l'extrémité d'une de ces côtes *M*, les feuilles *f, g, h*, se plient en décrivant l'arc *f, h*; lorsque les feuilles sont toutes pliées, la côte est semblable à celle qui est marquée *N*; & quand elle commence à se r'ouvrir, c'est par le bout, comme on voit en *O*. Lorsque le rameau *C, D*, se plie, c'est en décrivant l'arc ponctué *D, H*, & *M, P*, & il vient dans la situation *C, H*.

Fig. 2.

Ce peu de figures & d'explications suffit pour l'intelligence de tout ce que nous avons à dire dans ce Mémoire.

IX. Ces mouvements sont indépendants les uns des autres, & si l'on touche une feuille très-délicatement, cette seule feuille se plie; mais si l'impression du mouvement a été assez forte pour en faire mouvoir deux, c'est l'opposée de celle qui a été touchée qui se plie & se colle contre la première, & cela arrive sans que la côte feuillée ni le rameau aient aucun mouvement. On peut aussi les faire mouvoir sans que les feuilles remuent, mais il faut beaucoup d'attention & de délicatesse pour y réussir, parce que lorsqu'un rameau se plie, il est difficile que les feuilles ne touchent à quelque autre partie de la Plante, ce qui occasionne un mouvement qui trouble l'expérience, mais nous nous sommes bien assurés qu'en prenant toutes les précautions convenables, tous ces mouvements se pouvoient faire indépendamment les uns des autres.

X. La nuit, lorsque la Sensitive est fermée, c'est-à-dire, lorsque les feuilles sont appliquées les unes contre les autres, si on la touche elle est encore sensible, car les côtes feuillées & les rameaux se plient comme pendant le jour, & même les rameaux font quelquefois un plus grand mouvement que le jour, & s'approchent plus près de la branche, & avec plus de force.

XI. Le 12 de Septembre j'observai exactement le mouvement d'un rameau, il faisoit à 9 heures du matin avec la grosse branche un angle d'environ 100 degrés; à midi il étoit de 112, à 3 heures après midi elle étoit revenue comme à 9 heures; je la touchai alors, les feuilles se plièrent, & le rameau se rapprocha de la branche, ne faisant plus avec elle qu'un angle de 90 degrés. A 3 heures  $\frac{3}{4}$  les feuilles s'étoient rouvertes, & le rameau faisoit avec la branche un angle de 112 degrés comme à midi, & plus grand que lorsque je l'avois touchée; à 8 heures du soir les feuilles étoient fermées, & le rameau faisoit avec la branche un angle de 90 degrés, comme à 3 heures, après que je l'eus touchée. Le lendemain

à 9 heures du matin, le même rameau faisoit avec la branche un angle de 135 degrés, la Plante étoit plus sensible que la veille, car l'ayant touchée, elle se plia de sorte que le rameau ne fit plus qu'un angle de 80 degrés; cette augmentation de sensibilité venoit de ce qu'il faisoit plus beau & plus chaud que la veille. Au bout d'une heure le rameau étoit revenu à 135 degrés, comme il étoit avant que d'avoir été touché; je le retouchai alors, c'est-à-dire à 10 heures, il ne revint qu'à 110 degrés; à 11 heures il étoit plus ouvert qu'il ne l'avoit été, & faisoit un angle de 145 degrés; je le touchai, il revint à 90; à midi le rameau étoit revenu au même point qu'à 11 heures; l'ayant touché alors, il ne se rapprocha de la branche que de 10 degrés, les feuilles se r'ouvrirent ensuite sans que le rameau changeât de position: à 5 heures je le touchai, il vint à 110 degrés de 135 où il étoit. Je n'ai pas poussé plus loin cette observation, qui est néanmoins assez curieuse, & qui mériteroit attention, mais il faudroit pouvoir s'affûrer de frapper toujours la feuille ou le rameau avec une force égale, ce qui n'est pas facile, à moins qu'on ne prenne beaucoup de précautions.

XII. Il n'importe avec quel corps on touche les feuilles pour les faire mouvoir, mais il faut que ce soit avec une espèce de secousse; on peut presser quelques feuilles entre les doigts sans qu'elles se plient, mais si on le fait avec secousse, ou qu'on gêne assez la feuille pour occasionner le moindre mouvement dans l'articulation du pédicule, elles se ferment aussi-tôt; d'où l'on voit que c'est dans l'articulation que réside principalement la sensibilité de la Plante.

XIII. Si l'on gratte légèrement avec la pointe d'une aiguille, un petit endroit blancheâtre qui est à l'articulation de la feuille sur la côte, qui paroît transparent & un peu plus relevé que le reste de la feuille, elle se plie sur le champ, ce qui n'arrive pas si promptement, ni si facilement si l'on cause une pareille irritation à quelqu'autre partie de la feuille.

XIV. Le vent fait fermer la Sensitive aussi-bien que la pluye, mais ce n'est que par l'agitation que l'un & l'autre

donnent aux feuilles, car si on pose légèrement une goutte d'eau à quelqu'endroit de la Plante que ce soit, il n'en résulte aucun mouvement ; il arrive aussi quelquefois qu'une pluie douce & fine ne la fait point fermer, parce que les gouttes d'eau tombent avec peu de force, & n'occasionnent point un choc assez violent.

XV. Des feuilles entièrement fanées & jaunes, ou plutôt blanches & prêtes à mourir, conservent encore leur sensibilité, ce qui confirme ce que nous avons déjà dit, qu'elle réside principalement dans les articulations.

XVI. Le temps qui est nécessaire à une branche qui a été touchée pour se r'ouvrir & se rétablir entièrement, varie suivant la vigueur de la Plante, l'heure du jour, & la saison : il faut quelquefois une demi-heure, & quelquefois moins de 10 minutes. L'ordre dans lequel les feuilles se r'ouvrent, n'est pas plus uniforme ; car tantôt c'est le rameau qui commence le premier à se rétablir, & d'autres fois c'est la côte feuillée, ou les feuilles qui commencent à s'écarter les unes des autres.

XVII. Si l'on coupe avec des ciseaux très-délicatement & sans remuer la Plante, la moitié d'une feuille de la dernière, ou de l'avant-dernière paire, comme *K* ou *J*, on voit presque dans le même instant, la feuille opposée à celle que l'on a coupée, se plier de même que celle à laquelle on a touché ; l'instant d'après, les deux feuilles opposées d'au dessus se ferment & s'appliquent l'une sur l'autre, les deux suivantes font ensuite de même, & cela continuë de la sorte jusqu'à ce que toutes les feuilles de cette côte soient fermées, ce qu'elles font presque toujours deux à deux, savoir les deux opposées ensemble : lorsqu'elles sont toutes pliées, il se passe quelquefois 12 ou 15 secondes, & même davantage, sans qu'il arrive aucun mouvement, mais aussi-tôt après, le rameau s'abat, & chacune des côtes feuillées se ferme, quelquefois l'une après l'autre, & quelquefois plusieurs ensemble, mais au lieu que la première a commencé à se fermer par les feuilles de la pointe, celles-ci commencent par les feuilles qui sont

Fig. 2.

les plus proches de l'articulation de la côte feuillée au rameau, ce qui fait qu'on ne les voit pas, comme dans la première, se fermer par mouvements distincts, & avec des intervalles marqués entre chaque paire de feuilles, parce que se fermant dans cet ordre, les premières touchent nécessairement les autres, ce qui les oblige à se fermer ainsi presque en même temps jusqu'à la pointe de la côte feuillée; quelquefois ce mouvement dans les côtes feuillées se fait avant que le rameau se plie; quelquefois même toutes les côtes feuillées se ferment dans l'ordre que nous venons de décrire, sans qu'il arrive aucun mouvement dans le rameau. On trouve dans la Micrographie de Hook, une partie de cette expérience, mais je n'en avois aucune connoissance lorsque je la fis, & j'ai cru devoir la rapporter avec toutes les circonstances, parce qu'il y en a plusieurs qui ne se trouvent point dans ce Livre.

XVIII. Si l'on coupe toutes les feuilles de la droite des quatre côtes feuillées qui sont sur un rameau, & qu'on laisse rouvrir ces côtes, qu'on juge bien qu'un pareil ébranlement a fait fermer, il arrive la même chose que l'on vient de voir dans l'observation précédente lorsqu'on vient à couper la moitié d'une des feuilles restantes, & elles se ferment toutes dans l'ordre que nous avons marqué, quoiqu'alors elles se trouvent toutes dénuées de leurs feuilles opposées.

XIX. La même chose arrive encore lorsqu'on coupe les feuilles de la droite d'une côte, & celles de la gauche d'une autre portée par le même rameau. Je faisois ces expériences à dessein de voir s'il n'y avoit pas quelque communication particulière des feuilles de la droite d'une côte avec celles de la droite d'une autre, mais on voit qu'il n'y en a point d'autre que celle qui regne dans toutes les parties de la Plante, ou plutôt du même rameau.

XX. Si au lieu de couper la moitié d'une des feuilles qui sont vers la pointe de la côte feuillée, on coupe une de celles qui sont les plus proches du rameau, le même effet s'en suit, si ce n'est que la côte dont on a coupé la moitié de la feuille, se ferme en commençant par l'endroit où l'on a coupé,



a coupé, & finissant par la pointe; les trois autres côtes se ferment aussi quelques secondes après, de la même manière & dans le même ordre.

XXI. Si l'on met une goutte d'Eau-forte sur une feuille assés délicatement pour ne la point ébranler, il n'arrive aucun mouvement jusqu'à ce que l'Eau-forte ait commencé à détruire la feuille, alors toutes celles du rameau se ferment dans l'ordre que nous venons de marquer; cette expérience est aussi rapportée dans le Livre de Hook.

XXII. Une bouteille d'Esprit de Vitriol très-sulphureux & volatil, placée sous une branche de la Sensitive, n'a causé aucun mouvement dans la Plante. La vapeur du Soufre brûlant la fait fermer dans le moment, ainsi que M. Hook l'a rapporté, mais il faut observer que comme la vapeur du Soufre s'étend au loin, il y a plusieurs parties de la Plante qui en sont frappées plus ou moins fortement; la côte feuillée qui étoit immédiatement au dessus du Soufre brûlant a été un peu grillée par l'extrémité des feuilles, & elle s'est fermée sur le champ; quelques autres qui étoient moins exposées à cette vapeur, se sont aussi fermées presque en même temps, mais ces dernières se sont r'ouvertes plutôt que la première, qui a commencé par la partie qui n'avoit pas été brûlée; cette partie grillée s'est r'ouverte aussi dans la suite, mais foiblement; la Plante n'a pas paru avoir souffert de cette expérience.

XXIII. Une bouteille d'Esprit volatil de Sel ammoniac étant présentée sous l'extrémité d'une côte feuillée bien sensible, elle s'est fermée successivement, & par feuilles opposées, comme à l'ordinaire, & s'est r'ouverte peu de temps après sans avoir reçu la moindre altération. Ayant mis sur une feuille, une goutte de cet Esprit, les côtes & le rameau se sont fermés à l'ordinaire, mais les côtes ne se sont pas r'ouvertes parfaitement du reste de la journée; le lendemain, cette partie de la feuille étoit entièrement fanée & morte, le reste faisoit son jeu comme auparavant.

XXIV. Ayant coupé avec un canif environ les trois

quarts du diametre d'un rameau, il s'est plié sur le champ, & les feuilles se sont fermées, mais elles se sont r'ouvertes au bout de quelques heures, & depuis ce temps ce rameau a toujours eu autant de sensibilité que le reste de la Plante.

XXV. Ayant coupé entièrement une branche qui portoit trois rameaux, les feuilles du rameau le plus proche de la partie coupée se sont pliées en partie, ce qui peut venir du petit ébranlement qu'il est difficile d'éviter, mais les deux autres rameaux n'ont eu aucun mouvement, & même les feuilles du premier qui s'étoient un peu fermées, se sont r'ouvertes un quart-d'heure après, mais elles avoient perdu une partie de leur sensibilité.

XXVI. Ayant coupé avec un canif la moitié supérieure d'une grosse branche rampante, les rameaux qui étoient depuis cette incision jusqu'à la racine de la Plante, se plièrent comme quand on les touche à l'ordinaire, mais leurs feuilles ne se fermèrent point; ayant alors coupé le bout d'une feuille de l'un de ces rameaux, les choses arrivèrent comme dans la dix-septième observation à l'égard des feuilles, mais le rameau ne se plia pas plus qu'il l'étoit. La même chose arriva lorsque l'incision fut faite à la partie inférieure d'une autre branche, l'une & l'autre furent faites sans causer le moindre ébranlement à la branche, & il n'y eut aucun mouvement dans les rameaux qui étoient entre l'incision & le bout de la branche, ce qui est digne de remarque; car nous avons vu que ceux qui étoient entre l'incision & la racine de la Plante se sont pliés, quoiqu'il n'y ait eu aucun mouvement.

XXVII. Les feuilles de la Sensitive n'ont paru recevoir aucune altération pour avoir été frottées d'Esprit de Vin, elles se sont ouvertes & fermées dans la suite, comme toutes les autres. L'huile d'Amande douce n'a pas fait plus d'effet, quoiqu'il y ait plusieurs Plantes que l'on fait périr en les frottant seulement d'Huile.

XXVIII. Ayant mis dans l'eau un rameau chargé de ses côtes feuillées, & l'y ayant assujetti avec un petit poids, en sorte que le rameau entier y fut toujours plongé, les

feuilles se fermèrent toutes en entrant dans l'eau ; peu après quelques petites feuilles qui n'étoient pas couvertes de beaucoup d'eau en sortirent & s'ouvrirent, pendant que les opposées étoient encore sous l'eau & fermées, aussi-bien que les autres côtes feuillées. Le lendemain matin, toutes les feuilles étoient sorties de l'eau, les côtes & le rameau s'étant contournées d'une façon singulière, & les feuilles étoient toutes ouvertes. M. du Hamel qui a fait cette expérience, chargea de nouveau ce rameau, & mit le petit poids plus proche de l'articulation des côtes feuillées, il remit de l'eau dans le vase, en sorte qu'il y en avoit un pouce ou un pouce & demi sur toutes les feuilles : le lendemain matin, toutes les feuilles s'étoient recourbées contre leur disposition ordinaire, & comme pour sortir de l'eau, une seule des quatre côtes feuillées avoit pu gagner la superficie de l'eau, & il n'y avoit que celle-là qui se fût ouverte ; mais ce qu'il y avoit de singulier, c'est qu'elle étoit épanouie, tant dans la partie de la feuille qui étoit hors de l'eau, que dans celle qui y étoit encore, cependant elle étoit très-paresseuse, & presque insensible dans toutes ses parties ; ayant été retirée de l'eau, elle s'ouvrit presque dans le moment.

XXIX. Ayant répété l'expérience plusieurs jours de suite, elle a toujours réussi à peu-près de la même manière, mais les feuilles commençant à se détacher de la côte, on a retiré la branche de l'eau, & elle s'est rétablie en très-peu de temps comme elle étoit avant l'expérience.

XXX. Au mois de Juillet, j'ai placé un pot de Sensitive au fond d'un sceau rempli d'eau, presque toutes les feuilles se sont fermées par l'attouchement de l'eau, quelques-unes qui étoient demeurées ouvertes, n'étoient presque point sensibles lorsqu'on les touchoit dans l'eau ; il étoit 9 heures du matin quand je commençai l'expérience, une demi-heure après, presque toutes les feuilles étoient r'ouvertes, mais pas tout-à-fait autant que dans l'air libre, il s'étoit élevé pendant plus d'un quart-d'heure, des bulles d'air de la surface de la terre contenuë dans le pot, je touchai alors la Sensitive à

toutes les feuilles pour les faire fermer, ce qu'elles firent toutes, à la réserve de quelques-unes que l'eau avoit collées trop fortement l'une contre l'autre. Une heure après, toutes les feuilles étoient r'ouvertes, & elle étoit presque aussi sensible dans l'eau qu'elle l'avoit été à l'air; elle fut très-ouverte tout le reste du jour, mais cependant pas tout-à-fait autant qu'à l'ordinaire. A 7 heures du soir, elle étoit entièrement fermée, de même que celles qui étoient à l'air; je touchai les rameaux un peu fortement, ils se plièrent, mais je les trouvai moins sensibles qu'ils n'avoient coûtume de l'être avant que la Plante eût été mise dans l'eau. Le lendemain à 7 heures du matin, il n'y avoit qu'environ la moitié des feuilles d'ouvertes, & elles étoient peu sensibles, ce que j'attribuai à la fraîcheur de l'eau, parce qu'effectivement la nuit avoit été froide, je plaçai le Sceau au Soleil, & à 8 heures, plus des trois quarts des feuilles étoient ouvertes; à 9 heures, elles étoient presque toutes ouvertes, mais très-peu sensibles; à 10 heures, la Plante étoit dans le même état; j'ai retiré le pot très-doucement, quelques feuilles se sont fermées en sortant de l'eau, les autres étoient un peu sensibles, mais paresseuses; j'ai mis le pot au Soleil, en une heure presque toutes les feuilles se sont ouvertes, mais elles n'avoient pas une sensibilité aussi parfaite qu'à l'ordinaire; le lendemain elle s'est trouvée rétablie dans son état naturel.

XXXI. Si on brûle avec le Miroir ardent l'extrémité d'une des feuilles, elle se ferme un instant après, de même que son opposée; les autres côtes feuillées suivent peu après, de même que le mouvement du rameau, qui quelquefois précède celui des autres côtes feuillées; enfin souvent, lorsque l'impression a été vive, les autres rameaux de la même branche font la même chose, comme il arrive dans quelques-unes des observations précédentes, comme si la Plante avoit une sensibilité réelle, & que lorsque l'impression est plus forte, les effets en fussent aussi plus considérables.

XXXII. Si l'on coupe un rameau par le milieu, & qu'on brûle avec le miroir ardent l'extrémité de la partie de

ce rameau qui demeure attachée à la Plante, les feuilles, les côtes feuillées & les rameaux de la branche se ferment de la même manière que nous venons de le dire, & en plus grande ou moindre quantité, suivant que l'impression de la brûlure a été plus ou moins forte. La même chose arrive dans ces deux expériences, si, au lieu du miroir ardent, on se sert d'une bougie allumée pour brûler la feuille ou le rameau, & si on brûle une feuille, il est indifférent que ce soit une de celles qui sont à la pointe ou à la base de la côte feuillée.

XXXIII. Si au lieu du Soleil ou d'une bougie, on se sert d'une pince médiocrement chaude, & qu'on ne l'approche que de loin d'une côte feuillée, les feuilles de cette seule côte se ferment, mais si la pince est plus chaude, ou qu'on l'approche de plus près, toutes les feuilles de la branche se ferment comme dans les expériences précédentes. Nous avons répété plusieurs fois cette expérience avec toutes les précautions possibles, & entre autres en approchant un fer rouge de la pointe d'une feuille, mais pour empêcher que la chaleur de ce fer ne fût sensible au reste de la Plante, j'avois fait un trou de 3 ou 4 lignes de diametre au milieu d'une ardoise, & c'étoit à travers ce trou que je présentois le fer rouge à la feuille, cela n'a pas empêché que les feuilles du rameau ne se soient toutes fermées dans l'ordre que nous avons dit à la 17<sup>me</sup> observation, & qu'ensuite plusieurs autres feuilles & rameaux de la Plante n'aient fait la même chose, ce qui est très-singulier, car il n'y avoit certainement que les trois ou quatre feuilles de la pointe d'une des côtes feuillées qui eussent ressenti l'action du fer rouge, & cependant plus de la moitié de la Plante se ferma, ce qui prouve que l'action de la chaleur n'avoit pû être transmise que par les parties intérieures des rameaux & des branches.

XXXIV. Si l'on touche doucement une feuille, rien ne remue; si on la touche un peu plus fort, la côte feuillée se ferme sans que les autres se sentent de ce mouvement; enfin si on augmente par degrés l'irritation causée par le froissement, ou par la secousse, l'effet augmente à proportion,

& plus l'impression a été vive, plus il y a de côtes feuillées & de rameaux qui se mettent en mouvement.

XXXV. Si l'on coupe avec beaucoup de dextérité & de délicatesse une côte feuillée près de son insertion avec le rameau, il n'arrive aucun mouvement dans les autres, & souvent même les feuilles de cette côte sont long-temps sans se fermer, si on a eu soin de prévenir sa chute en la soutenant sur quelque chose de solide avant que de la couper. Il n'arrive non plus aucun mouvement si l'on perce une branche avec une aiguille, & qu'on ait attention à ne lui causer aucune agitation.

XXXVI. Lorsqu'on coupe une grosse branche de Sensitive avec un canif bien tranchant & bien poli, la lame reste teinte d'une tache rouge qui s'en va facilement à l'eau, & qui est âcre sur la langue. Cette liqueur blanchit en séchant, & s'épaissit en forme de mucilage. M. Hook rapporte que si l'on arrache une branche de Sensitive lorsque les feuilles sont fermées, il ne sort point de liqueur par la partie arrachée, mais que si on l'arrache adroitement sans faire fermer les feuilles, il en sort une goutte. Nous avons fait cette expérience avec soin, & il nous a paru que la goutte de liqueur sortoit toujours, soit que les feuilles fussent ouvertes ou fermées, lorsque l'on coupe ou que l'on arrache la branche; mais ce qui est arrivé dans le cas rapporté par M. Hook, dépend peut-être de quelque autre circonstance, comme la grosseur de la branche, ou le plus ou moins de vigueur de la Plante; d'ailleurs cette expérience n'est pas facile à exécuter, parce qu'il faut user de beaucoup de précautions pour couper ou arracher une branche sans faire fermer ses feuilles.

XXXVII. La vapeur de l'eau bouillante dirigée sous le bout des feuilles fait le même effet que si on les brûloit, ou si on les coupoit, mais son effet s'étend sur toutes les feuilles voisines, & elles sont engourdies pendant plusieurs heures, & même ne se r'ouvrent pas entièrement du reste de la journée.

XXXVIII. M. du Hamel a pris un globe de verre de

deux pouces & demi de diametre, il a fait entrer par son ouverture une branche de Sensitive sans la détacher de la Plante, il a fermé ensuite l'ouverture du globe avec de la cire, la branche a continué à s'ouvrir le jour & à se fermer la nuit comme si elle eût été à l'air. Il a échauffé tout doucement l'air de ce globe avec une bougie, toutes les feuilles de la branche qui y étoit, se sont fermées; il retira alors la bougie, & peu-à-peu toutes les feuilles se r'ouvrirent. Il remarqua que la même chose arrivoit pendant la nuit, & que lorsqu'on approchoit la flamme de la bougie du globe, les feuilles se fermoient plus exactement qu'elles ne l'étoient, & que les rameaux se rapprochoient un peu de la branche; enfin au bout de quelques jours, cette branche s'étant fanée, M. du Hamel en détacha le globe, & y fit entrer une nouvelle branche qu'il y adapta pareillement avec de la cire.

XXXIX. M. du Hamel posa ce globe dans une petite cuvette de fayence qu'il remplit de glace & de sel, on voyoit distinctement la branche à travers la partie supérieure du globe qui n'étoit point couverte de glace. D'abord la Sensitive parut s'ouvrir plus qu'elle ne l'étoit, & les feuilles opposées, au lieu d'être dans le même plan, se renversoient du sens contraire à celui dans lequel elles se ferment; peu après deux côtes feuillées qui étoient dans la partie du globe la plus exposée à l'action de la glace se fermerent, mais les autres ne firent aucun mouvement, & ces deux-là se r'ouvrirent avant que la glace de la cuvette fût entièrement fonduë; ayant coupé la branche, & fait entrer de l'eau dans le globe, les feuilles de cette branche continuerent pendant plusieurs jours à s'ouvrir & à se fermer comme celles qui étoient encore sur la Plante, après quoi elle se fana & périt.

- XL. Ayant rempli de glace & de sel une petite cuvette, l'ayant placée sous une branche de Sensitive le plus près qu'il étoit possible sans la toucher, & ayant soutenu au dessus de cette même branche un pareil mélange dans une capsule de verre très-mince, les feuilles de la branche parurent s'ouvrir d'abord, & se fermerent ensuite presque tout-à-coup, &

comme si on les eut touchées ; la même chose arriva en approchant un morceau de glace très-proche des feuilles, tantôt au dessus & tantôt au dessous, ainsi on peut regarder cet effet de la glace comme constant. Ces deux dernières observations confirment ce que nous avons observé plus haut, que le changement de température d'air trop prompt fait presque toujours fermer la Sensitive. Un froid un peu considérable la fait languir, elle devient paresseuse, se fane & périt en peu de temps.

X L I. Nous voulûmes voir ce que produiroit sur la Sensitive le vuide de la Machine pneumatique, & pour cela je coupai en même temps deux rameaux de la Plante dont les feuilles se fermerent sur le champ, j'en mis un sous le récipient de la machine pneumatique dont je pompai l'air jusqu'à ce que le mercure d'un petit Barometre que j'y avois placé fût descendu à trois lignes près du niveau, l'autre rameau demeura sur le cuir de la platine de la machine à découvert ; au bout d'une demi-heure les feuilles du rameau qui étoit à découvert étoient à demi-ouvertes, & l'autre étoit dans le même état que lorsqu'il avoit été mis sous le récipient. Deux heures après, ce dernier avoit toutes ses feuilles ouvertes, l'autre au contraire qui avoit été agité par quelque accident, s'étoit fermé, & ne s'est plus r'ouvert depuis. Celui qui étoit dans le vuide s'est fermé entièrement sur les cinq heures du soir, c'est-à-dire, six heures après y avoir été mis, mais sur les neuf heures il étoit un peu r'ouvert. Le lendemain à huit heures du matin il l'étoit beaucoup davantage, mais pas entièrement, je laissai rentrer l'air alors, ce qui ne donna aucun mouvement aux feuilles, elles étoient très-vertes, sans cependant aucune sensibilité, & demurerent quelque temps à demi-ouvertes, après quoi elles se fermerent, & ne se r'ouvrirent plus.

X L I I. J'ai refait l'expérience avec trois rameaux, dont chacun n'avoit que deux côtes feuillées ; je mis l'un sous le récipient de la machine pneumatique, & je pompai l'air jusqu'à ce que le mercure fût à trois lignes du niveau ; je plaçai  
le second



le second sur la platine de la machine pneumatique, couvert d'un récipient, & le troisième à côté de ce récipient à découvert; c'étoit à dessein de voir si les différents effets des deux rameaux de l'expérience précédente venoient de ce que l'un avoit été dans le vuide, ou si ce n'étoit point seulement parce qu'il avoit été couvert tandis que l'autre ne l'étoit point. Une heure après avoir disposé ces trois rameaux, comme je viens de le dire, celui qui étoit couvert, mais dans l'air libre, étoit tout ouvert, celui qui étoit découvert, l'étoit à moitié, & celui qui étoit dans le vuide ne paroissoit point encore changer ni s'ouvrir. Deux heures après, celui dans le vuide étoit à demi-ouvert, celui sous le récipient dans l'air libre tout ouvert, & celui qui étoit à découvert, l'étoit presque tout-à-fait. Sur les six heures du soir celui du vuide commença à se fermer, celui qui étoit sous le récipient, l'étoit presque tout-à-fait, & celui qui étoit à découvert, l'étoit entièrement depuis deux heures. A 10 heures du soir, celui dans le vuide étoit un peu entr'ouvert, & les deux autres fermés. Le lendemain à 7 heures du matin, celui dans le vuide étoit un peu plus ouvert que pendant la nuit, celui sous le récipient l'étoit entièrement, & aussi sensible que s'il eût encore été sur la Plante, le troisième qui étoit découvert, étoit tout fermé. A 9 heures celui dans le vuide étoit presque tout ouvert, celui sous le récipient étoit comme dans son état naturel & très-sensible, celui qui étoit à l'air, étoit à demi-ouvert. A 11 heures celui dans le vuide étoit presque entièrement ouvert, celui sous le récipient parfaitement, & très-sensible, & celui à découvert s'étoit absolument refermé, & ne s'est plus r'ouvert depuis. A une heure celui du vuide & celui sous le récipient étoient dans le même état qu'à 11 heures. A 5 heures celui du vuide étoit dans le même état, celui sous le récipient a commencé à se fermer, & l'a été entièrement en très-peu de temps. A 8 heures celui du vuide a commencé à se fermer un peu, l'autre l'étoit toujours parfaitement. A 11 heures du soir, celui dans le vuide étoit à demi-ouvert, & celui sous le récipient étoit un tant soit peu

entr'ouvert. Le lendemain à 7 heures du matin, celui du vuide étoit plus ouvert qu'il ne l'avoit encore été, & presque entièrement, & celui sous le récipient l'étoit parfaitement, & aussi sensible que la veille, les feuilles étoient encore plus ouvertes qu'elles ne le sont d'ordinaire sur la Plante, & étoient renversées de quelques degrés au de-là du plan dans lequel elles sont naturellement, comme nous l'avons déjà vû dans la 39<sup>me</sup> observation. A 11 heures du matin, celui dans le vuide étoit ouvert comme sur la Plante, & celui sous le récipient l'étoit au de-là de l'ouverture ordinaire. A 9 heures du soir, celui du vuide étoit encore plus ouvert que le matin, & celui sous le récipient l'étoit un peu moins que dans l'état ordinaire, mais quoique je l'aye touché alors assez fortement, il n'a paru avoir aucune sensibilité. A 11 heures du soir, celui dans le vuide étoit dans le même état, & celui sous le récipient étoit un peu fermé, mais sans aucune sensibilité. Le lendemain à 4 heures du matin, l'un & l'autre étoient dans le même état. A 7 heures celui du vuide étoit ouvert comme sur la Plante, & celui sous le récipient aussi, ce dernier avoit quelque sensibilité. A midi ils étoient l'un & l'autre à peu-près dans le même état. A 9 heures & à 11 heures du soir, ils étoient tous deux ouverts assez également, & à peu-près comme dans l'état naturel.

Le jour suivant, à 7 heures du matin, ils étoient tous deux ouverts, mais celui sous le récipient plus que celui dans le vuide, ils n'avoient ni l'un ni l'autre aucune sensibilité; je les retirai alors, & les mis l'un & l'autre dans un vaisseau plat avec un peu d'eau, afin qu'ils pussent seulement en tirer quelque nourriture; le soir celui qui avoit été dans le vuide étoit à demi-fermé & fané, l'autre étoit ouvert comme s'il eût été sur la Plante en plein jour, mais il n'étoit point sensible. Le lendemain matin celui du vuide étoit encore plus fané, & l'autre en très-bon état en apparence, soit pour la couleur ou pour le port, mais il n'avoit aucune sensibilité, & les feuilles se détachent de la côte si-tôt qu'on les touchoit.

On juge bien que pendant le cours de cette longue &

ennuyeuse expérience il me falloit de temps en temps donner quelques coups de piston à la machine pneumatique pour entretenir un vuide égal, & je me réglois pour cela sur mon petit Barometre, par le moyen duquel je voyois s'il rentroit de l'air dans le récipient, je l'ai par ce moyen toujours tenu dans le même état jusqu'à ce que j'aye laissé rentrer l'air tout-à-fait.

XLIII. J'ai voulu refaire encore cette expérience, mais plus en grand, & avec un pot entier de Sensitive; pour cela j'en ai mis un sous un grand récipient de la machine pneumatique dans les premiers jours d'Août; & ayant pompé l'air jusqu'à ce que le mercure fut à quatre lignes près du niveau, toutes les feuilles se fermerent par l'agitation que l'on avoit donnée au pot; il étoit environ midi, elles ne se r'ouvrirent pas du reste de la journée, & l'intérieur du récipient étoit rempli de gouttes d'eau qui étoient sorties de la Plante ou de la terre par transpiration. A 11 heures du soir, ces gouttes d'eau y étoient encore, & la Plante étoit toute fermée. Le lendemain à 7 heures du matin, le récipient étoit éclairci, & les gouttes étoient dissipées, ou plutôt avoient coulé sur le cuir de la platine, la Plante n'avoit que deux ou trois feuilles entr'ouvertes, le reste étoit fermé; comme elle avoit passé la nuit dans une chambre dont les volets & les rideaux étoient fermés, & qui par conséquent étoit fort obscure, je portai très-doucement la machine pneumatique auprès d'une fenêtre ouverte; à 9 heures il y avoit plus de la moitié des feuilles d'ouvertes; à midi elles l'étoient toutes presque entièrement, mais cependant un peu moins qu'elles ne l'auroient été à l'air libre, & les feuilles de l'extrémité de chaque branche étoient demeuré fermées. Il y avoit toujours dans l'intérieur du récipient des gouttes qui y ont demeuré jusqu'à 7 heures du soir; il commença alors à s'éclaircir, & les gouttes à se précipiter, la Plante étoit toujours ouverte, mais elle ne paroissoit avoir aucune sensibilité, ce que je reconnoissois en agitant la machine pneumatique par secousses; à 11 heures du soir elle étoit dans le même état; le lendemain à 7 heures

du matin elle étoit ouverte, & avoit aussi peu de sensibilité; l'intérieur du récipient étoit clair, elle avoit passé le jour précédent & la nuit auprès d'une fenêtre ouverte; à 11 heures du matin le récipient étoit humide en dedans, & la Sensitive presque toute fermée; à une heure le récipient étoit sec, & la Plante presque toute ouverte; à 3 heures de même; à 8 heures du soir les feuilles étoient très-ouvertes, à l'exception de celles des extrémités des branches qui touchoient le récipient, & qui avoient toujours été fermées depuis le commencement.

Le lendemain à 7 heures du matin, le récipient étoit sec, & la Plante dans le même état, c'est-à-dire toute ouverte, à l'exception des feuilles dont nous venons de parler, en la secouant elle ne donnoit aucune marque de sensibilité. Sur les 9 heures le récipient s'étoit obscurci & rempli de gouttes; à 10 heures plusieurs feuilles étoient fermées, & quelques-unes paroissoient fanées; à une heure le récipient étoit toujours humide; & la Plante à demi-ouverte. A 4 heures les feuilles plus ouvertes, & le récipient moins humide, les feuilles des extrémités des branches paroissoient mortes ou très-fanées. A 9 heures du soir la Plante dans le même état, & encore quelque humidité dans le récipient. Le jour suivant à 7 heures du matin le récipient sec, plusieurs feuilles entièrement ouvertes, mais celles des extrémités & quelques autres paroissoient mortes, il n'y avoit aucune sensibilité dans la Plante. A 10 heures du matin le récipient étoit rempli de gouttes d'eau, & la Plante dans le même état. Comme elle paroissoit souffrir extrêmement, je laissai rentrer l'air, & il n'arriva aucun mouvement à la Plante: ayant ôté le récipient de dessus, & la touchant fortement avec le doigt, elle n'avoit presque aucune sensibilité, cependant les rameaux se plioient un peu, mais leur mouvement étoit très-lent & très-foible; les feuilles des extrémités étoient mortes, comme il me l'avoit paru; j'arrosai la Plante, & la mis au Soleil, elle ne se ferma point de toute la nuit, & le lendemain les feuilles des extrémités des branches étoient sèches, les autres étoient d'un vert

jaune par leurs extrémités, & la partie la plus proche du pédicule étoit la seule qui fût du vert ordinaire; la Plante avoit recouvert quelque sensibilité dans les articulations des rameaux & des côtes feuillées, mais il n'y en avoit aucune dans les feuilles; la Plante ne fit que languir depuis cette expérience, & mourut peu de temps après.

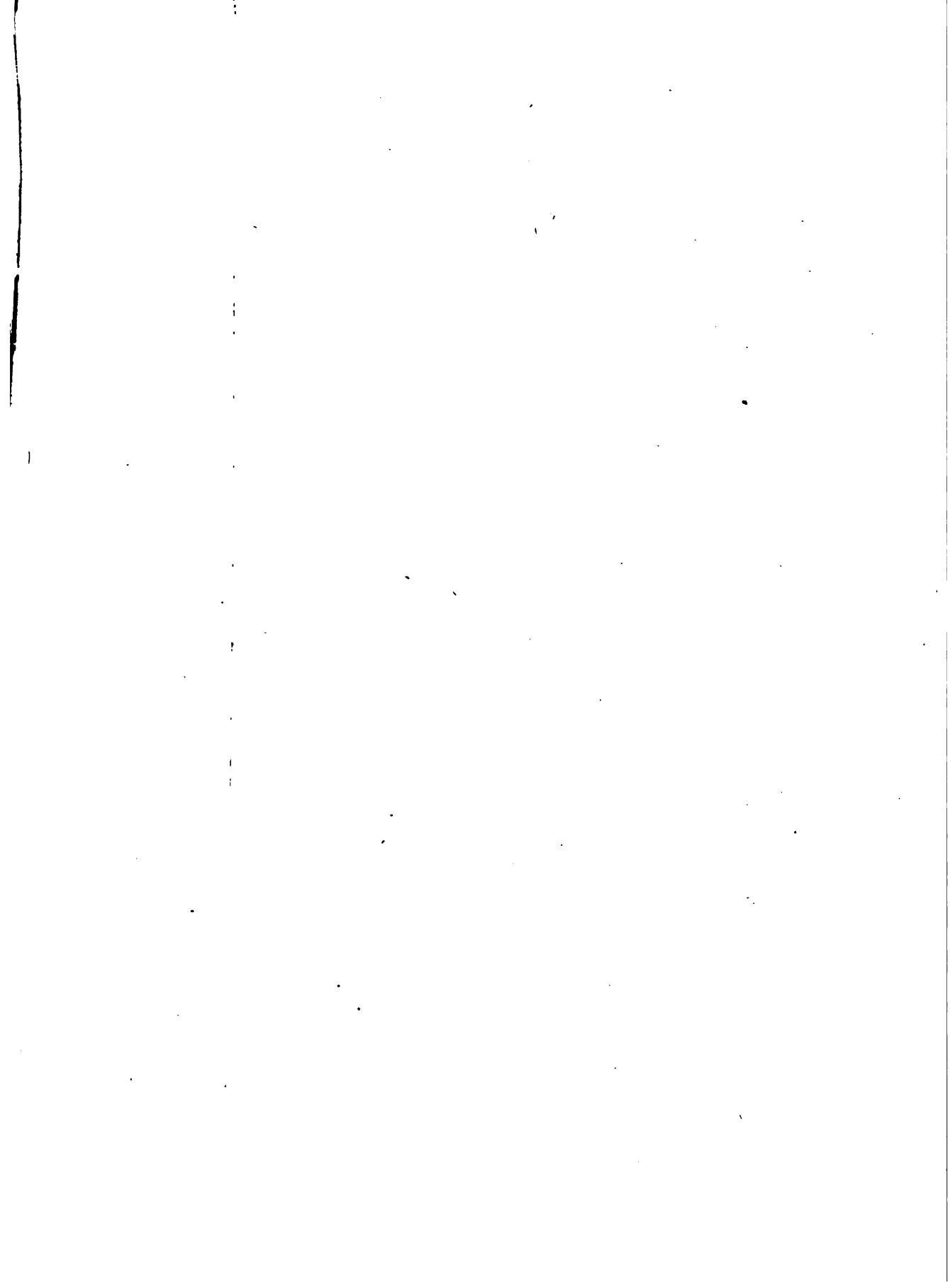
On voit par ces deux expériences que le vuide de la machine pneumatique ne nuit aux mouvements de la Sensitive que parce qu'il la fait languir, & enfin périr, comme il arriveroit à toute autre Plante, & que sa sensibilité n'a aucun rapport immédiat avec l'air, car on peut avec raison attribuer à la langueur de la Plante l'irrégularité de ses mouvements périodiques, qui, comme on l'a vû, ne sont point anéantis, mais seulement troublés par la privation de l'air. On voit aussi que ce n'est pas à cause qu'elle est couverte d'un vaisseau de verre qui peut nuire à la transpiration de la Plante, qu'elle tombe dans cet état de langueur, car j'ai conservé pendant plusieurs jours de suite un pot de Sensitive sous une cloche de verre sans qu'elle parut en souffrir, mais c'est la privation de l'air, ou, pour parler plus exactement, la grande dilatation qui empêche ou trouble le mouvement de la sève & des liqueurs nécessaires à sa nutrition, & la fait périr peu-à-peu. Ce n'étoit peut-être pas la peine de faire deux expériences aussi longues pour n'apprendre qu'un fait qu'on auroit pû prévoir, mais lorsque j'ai fait ces expériences, je ne sçavois pas quel en seroit le résultat, & les ayant une fois faites, j'ai cru devoir les rapporter pour faire voir qu'elles ont été faites avec exactitude, & je ne les croirois pas inutiles, quand elles ne feroient qu'empêcher quelque autre personne de les faire aussi de son côté.

Nous ne prétendons tirer des observations que nous venons de rapporter, aucunes conséquences pour l'établissement d'un système qui serve à expliquer les mouvements de la Sensitive; ces observations & les différentes expériences dont nous venons de rendre compte, semblent au contraire former des objections contre la plupart des explications qui ont été

110 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

proposées jusqu'à présent, ce n'est point cependant à non plus notre dessein ; lorsque nous avons travaillé sur cette matière, M. du Hamel & moi, nous avons voulu seulement apprendre de nouveaux faits qui pussent servir dans la suite à en établir la véritable explication avec plus de solidité, parce qu'il nous a paru que ceux qui ont écrit sur cette matière, ont moins cherché à faire des expériences, qu'à expliquer celles qu'ils supposoient avoir été faites avec toute l'exactitude nécessaire ; c'est par cette raison que nous avons pris une route différente, & que nous nous sommes contentés de rassembler plusieurs observations que nous avons faites avec le plus de soin qu'il nous a été possible, & que nous donnons aujourd'hui pour servir de matériaux à ceux qui voudroient suivre le même objet, & travailler à une explication générale de tous les phénomènes de cette Plante merveilleuse.







---

## SUR LA MESURE DE LA TERRE

*Par plusieurs Arcs de Méridien pris à différentes Latitudes.*

Par M. CLAIRAUT.

QUOIQUE l'Académie ait déjà vû par la lecture de plusieurs Mémoires, l'utilité du Voyage que nous entreprenons de faire actuellement pour mesurer un Arc de Méridien le plus septentrional qu'il nous sera possible, je crois qu'il n'est pas hors de propos de donner plusieurs réflexions nouvelles par lesquelles on verra encore mieux, du moins à ce qu'il me paroît, combien il étoit nécessaire de joindre ce Voyage à celui du Pérou, pour bien décider la fameuse question de la Figure de la Terre; je les donnerai d'autant plus volontiers qu'elles pourront peut-être servir à employer de la manière la plus exacte, les degrés mesurés en France par M.<sup>rs</sup> Picard & Cassini, & ceux que l'on aura au retour des deux Voyages de l'Equateur & du Cercle Polaire, pour trouver la grandeur des axes de la Terre.

Ces considérations roulent principalement sur ces deux points.

1.<sup>o</sup> Comme il n'est point démontré que le Méridien soit d'une courbûre qui décroisse ou augmente continuellement depuis l'Equateur jusqu'au Pole, on ne pourroit point absolument conclurre que la Terre fût allongée ou aplatie, de ce que l'on auroit trouvé le degré du Méridien mesuré vers l'Equateur plus grand ou plus petit que ceux qui ont été mesurés en France; mais si l'on a de plus un degré mesuré aussi à une latitude fort différente des deux premières, & que la conclusion qu'on tire par le moyen de ce degré, s'accorde avec celle qu'on aura tirée du degré mesuré au Pérou, on pourra décider avec beaucoup plus d'assurance, la Figure de la Terre.

Si la différence entre les degrés du Nord & ceux de France, au lieu d'être dans le même sens que la différence des mêmes degrés de France avec ceux du Midi, étoit dans un sens contraire, on verroit encore bien plus combien le Voyage du Nord étoit nécessaire, puisque sans les Observations qui s'y doivent faire, on pourroit donner à la Terre une figure bien différente de la réelle.

2.<sup>o</sup> Quand même on supposeroit avec raison que la Terre seroit d'une courbure qui iroit toujours en décroissant ou toujours en augmentant depuis l'Équateur jusqu'au Pole, cette uniformité peut se trouver dans une infinité d'hypothèses sur la nature de la Courbe du Méridien, dont l'Ellipticité, qui est celle que l'on prend ordinairement, n'est qu'un cas très-particulier. Or si l'on a plus de deux degrés mesurés à différentes latitudes, on peut s'assurer si cette hypothèse a lieu dans la nature, afin de la suivre si les différences sont assez peu considérables pour qu'on puisse les attribuer aux erreurs des Observations : Et s'il se trouve que les différences soient trop considérables pour les attribuer aux erreurs qui se peuvent glisser dans les Observations, on doit se flatter que trois degrés pris sur le Méridien, le détermineront plus exactement que deux n'auroient pu faire, & même avec autant de précision qu'il est nécessaire, si la Terre ne diffère pas considérablement d'une sphere.

Ces réflexions m'ont engagé à travailler à la théorie de la mesure de la Terre de la manière suivante. En partant de la mesure actuelle de plusieurs arcs du Méridien à différentes latitudes, j'ai pris l'hypothèse la plus générale sur la diminution ou l'augmentation des degrés qui sont dans les intervalles des degrés mesurés, & sans autres éléments, j'ai cherché une manière générale de construire le Méridien, afin de parcourir plus facilement les cas particuliers.

Il est aisé de voir que le Probleme que je me suis proposé par-là, est celui-ci. *E'tant donnée une Équation qui exprime la relation entre la latitude & le degré du Méridien; ou le rayon de la développée, construire le Méridien.* Ou, ce qui revient

revient au même, trouver une Courbe dont on ne connoît que la relation entre les arcs & les angles de contingence.

Ce Probleme, indépendamment de l'utilité dont il est ici, méritoit par lui-même d'être résolu. Il semble que l'on a par son moyen, la manière d'exprimer les Courbes qui les prend le plus en elles-mêmes, puisqu'elle donne directement leur courbûre à chaque pas que l'on fait, pour ainsi dire, sur leur circonférence.

La solution de ce Probleme qui se présente le plus naturellement, engageroit dans des calculs très-difficiles pour les cas les plus simples, mais par la méthode que j'emploie, ils sont extrêmement faciles dans leur plus grande généralité même. Au reste, quant à l'application de cette solution générale dans les différentes hypothèses que l'on peut prendre sur la diminution ou augmentation des degrés enfermés entre les arcs mesurés, je me suis arrêté principalement à une qui m'a paru ne pouvoir pas s'éloigner beaucoup de la réalité, elle est analogue à beaucoup d'approximations qui sont en usage, & qui sont fondées sur ce qu'on appelle ordinairement la *Méthode d'interpolation*, qu'on tient de M. Newton.

Je place plusieurs points de manière que les perpendiculaires menées de ces points à une ligne donnée, expriment ces degrés mesurés, & que les intervalles entre ces perpendiculaires expriment les latitudes de ces degrés, ensuite je fais passer une ligne parabolique par ces points, & je la prends pour la Courbe qui exprime les variations des degrés de latitude.

Cette méthode seroit juste dans toute la rigueur géométrique, si l'on avoit un grand nombre de degrés mesurés, & peut passer pour avoir beaucoup d'exactitude avec trois degrés bien mesurés, sur-tout lorsque la Terre n'est pas fort éloignée d'une sphere.

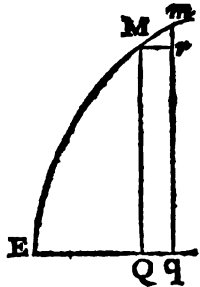
### P R O B L E M E.

On demande la Courbe EM, dont on a une E'quation entre  
Mem. 1736. P

114 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE  
 l'arc  $EM$ , & l'angle  $Mmr$ , ou la somme des angles de contingence contenus dans l'arc  $EM$ .

PREMIÈRE SOLUTION.

Soient  $EQ = x$ ,  $QM = y$ ,  $Mr = dx$ ,  
 $mr = dy$ ,  $Mm = ds$ ,  $ME = s$ , l'angle  
 de contingence au point  $M = dA$ , &  
 par conséquent l'angle  $Mmr = A$ . Par  
 les conditions du Probleme, on aura une  
 Equation entre  $A$  &  $s$ , on en tirera facile-  
 ment une Equation entre  $dA$ ,  $s$  &  $ds$ ;  
 & mettant pour  $dA$  la valeur ordinaire



$-\frac{ddy}{dx}$  (en supposant  $ds$  constant), on aura une Equation  
 entre  $ddy$ ,  $dx$ ,  $ds$ ,  $dds$ , dont l'intégration donnera la  
 construction de la Courbe  $EM$ .

Qu'on suppose, par exemple, que la relation entre les  
 arcs  $EM$ , & les angles de contingence soit telle que les  
 petits côtés de la Courbe étant supposés constants, les angles  
 de contingence augmentent ou décroissent continuellement  
 de la même quantité, on aura  $ddA = mds^2$ , ou  $dA = mds$

$+nds$ , & mettant pour  $dA$  la valeur  $-\frac{ddy}{dx}$ , on aura  
 $-ddy = mdsdx + ndxds$ , qui exprime la Courbe  
 $EM$  dans ce cas-là.

Si on vouloit que les angles de contingence augmentassent  
 comme une puissance quelconque des arcs, on auroit  $ddA$   
 $= ps^m ds^2$ , ou  $dA = \frac{p}{m+1} s^{m+1} ds + qds$ , ou  $-ddy$   
 $= \frac{p}{m+1} s^{m+1} dsdx + qdxds$ , & ainsi des autres. Mais  
 cette Solution demande des intégrations qui sont souvent  
 très-difficiles, & ne donne point généralement la construction  
 de la Courbe.

SECONDE SOLUTION.

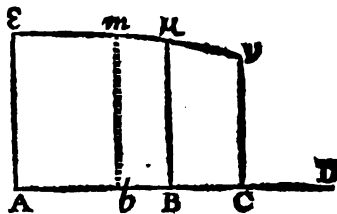
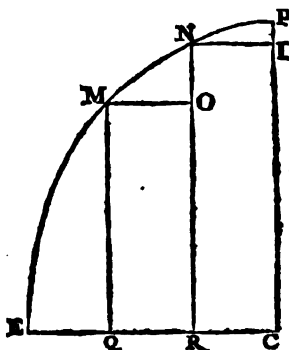
Soit nommé  $z$  le sinus de l'angle  $Mmr$  (le rayon étant 1),

$\frac{dz}{\sqrt{1-zz}}$  sera la différentielle de cet angle, c'est-à-dire, l'angle de contingence  $dA$ . Si l'on a une Équation qui exprime la relation entre l'arc  $EM$ , & l'angle  $Mmr$ , on en tirera une valeur de l'arc  $EM$  en  $z$ , par l'analyse ou par des constructions géométriques, ou, ce qui revient au même, une valeur de  $Mm$  par rapport aux  $z$  &  $dz$ .

Supposons donc que  $dz\pi z$  soit cette valeur de  $Mm=ds$ , on en tirera  $dx=zdz\pi z$ , à cause que  $\frac{dx}{ds}=z$ .

De même  $\frac{dy}{ds}$  étant égal à  $\sqrt{1-zz}$ , on aura  $dy=dz\pi z\sqrt{1-zz}$ , & ces deux valeurs de  $dx$  & de  $dy$  étant intégrées, soit par analyse, soit par des quadratures de Courbes, on aura les valeurs de  $x$  & de  $y$ , & par conséquent l'Équation de la Courbe cherchée.

Il est aisé de voir le rapport de ce Probleme avec la détermination de la Figure de la Terre. Supposons, par exemple, qu'on ait trois degrés mesurés à différentes distances sur le Méridien  $EMNP$ , sçavoir un à l'Équateur en  $E$ , un à la latitude de Paris en  $M$ , & l'autre en  $N$  à la latitude de  $67^\circ$  vers le Cercle Polaire, & que de plus les degrés entre  $E$  &  $M$ , entre  $M$  &  $N$ , & entre  $N$  &  $P$  augmentent ou diminuent selon quelque loi donnée : ou, ce qui revient au même, supposons que la droite  $AD$  soit divisée en 90 parties, dont  $AB$  en ait 49, &  $AC$  67, & que les droites  $A\varepsilon$ ,  $B\mu$ ,  $C\nu$ , soient proportionnelles aux degrés mesurés en  $E$ ,  $M$ ,  $N$ ; ensuite que par les points  $\varepsilon$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ , on fasse passer une Courbe quelconque qui donne par ses ordonnées  $mb$ , tous les autres



degrés du Méridien. Si l'on veut alors construire le Méridien entier  $EMN$ , cela est facile par le Probleme précédent, car la Courbe  $\varepsilon\mu\nu$  donne la relation entre les  $AB$  ou les  $A$ , & les  $B\mu$  ou les degrés du Méridien, que l'on peut regarder comme proportionnels aux  $ds$ .

Pour faire une application analytique de ce que nous venons de dire, supposons que la Courbe  $\varepsilon\mu\nu$  soit exprimée par l'équation  $R = a + bA + cAA + dA^3 + \&c.$  où  $R$  désigne les ordonnées  $B\mu$ , que l'on suppose être les rayons de la développée du Méridien, parce que ces rayons sont proportionnels aux degrés de latitude. Cette Equation est bien générale, puisque quelle que soit l'Equation de la Courbe  $\varepsilon\mu\nu$ , en la réduisant en Suite pour des approximations, elle deviendra sous la forme précédente, & pour la pratique, on pourra négliger les derniers termes.

A cause que  $\frac{ds}{R} = dA$ , on aura  $ds = a dA + b A dA + c A^2 dA + \&c.$  qui donnera par le Probleme précédent  $dx = a z dA + b z A dA + c A A z dA + \&c.$  ou  $dx = \frac{a z dz}{\sqrt{1-zz}} + \frac{b A z dz}{\sqrt{1-zz}} + \frac{c A^2 z dz}{\sqrt{1-zz}} + \&c.$  dont l'intégrale est  $x = -a \sqrt{1-zz} - b A \sqrt{1-zz} + b \int dA \sqrt{1-zz} - c A A \sqrt{1-zz} + \int c \sqrt{1-zz} \cdot 2 A dA.$

Les deux termes  $b \int \sqrt{1-zz} dA$  &  $\int \sqrt{1-zz} \cdot 2 A c dA$  se réduisent à  $\int b dz$  &  $\int 2 A c dz$ , dont le premier est  $bz$ , & l'autre se change en  $2 A cz - \int 2 z c dA$  ou  $2 A cz + 2 c \sqrt{1-zz}$ , l'on aura donc  $x = -a \sqrt{1-zz} - b A \sqrt{1-zz} + bz - c A A \sqrt{1-zz} + 2 A z c + 2 c \sqrt{1-zz} + \&c.$

De même on aura par le Probleme précédent  $dy = a \sqrt{1-zz} dA + b A dA \sqrt{1-zz} + c A A dA \sqrt{1-zz} + \&c.$  ou  $dy = a dz + b A dz + c A A dz + \&c.$  dont l'intégrale se trouvera aussi aisément que la précédente, & sera  $y = az + b A z + b \sqrt{1-zz} + c A A z + 2 c A \sqrt{1-zz} - 2 cz + \&c.$

Il est aisé de voir que quelque nombre de termes qu'on prit dans l'Equation  $R = a + bA + cA^2 + dA^3 + eA^4 + \&c.$  on trouveroit toujours avec la même facilité la valeur de  $x$  & de  $y$ ; mais il faudra observer de compléter les intégrales, ce qui est fort aisé, car on sçait que  $A$  ou la latitude étant zero,  $x$  &  $y$  le doivent être aussi.

Il faudra donc, à cause que l'on n'a pris que trois termes de l'Equation  $R = a + bA + \&c.$  adjouter à la valeur précédente de  $x$ ,  $a - 2c$ , & à celle de  $y$ ,  $-b$ , & l'on aura les valeurs

$$x = -a\sqrt{1-zz} - bA\sqrt{1-zz} + bz - cA^2\sqrt{1-zz} + 2cAz + 2c\sqrt{1-zz} + a - 2c$$

&  $y = az + bAz + b\sqrt{1-zz} + cA^2z + 2cA\sqrt{1-zz} - 2cz - b$  qui feront construire le Méridien  $EMN$ .

En supposant  $z = 1$  dans les valeurs précédentes de  $x$  & de  $y$ , elles deviendront  $b + 2cD + a - 2c$  &  $a + bD + CD^2 - 2c - b$ , où  $D$  exprime un angle droit ou le quart de cercle divisé par le rayon. La première de ces deux valeurs exprime le rayon de l'Equateur, & la seconde, le demi-axe de la Terre.  $bD + cD^2 - 2b - 2cD$  exprimera la différence des deux demi-diametres du Sphéroïde.

Si l'on vouloit que la Courbe  $\epsilon\mu\nu$  devînt une ligne droite, c'est-à-dire, que les degrés fussent toujours en diminuant ou en augmentant de l'Equateur au Pole, il faudroit faire  $c = 0$  dans les Equations précédentes, & les demi-diametres du Sphéroïde deviendroient  $b + a$  &  $a + bD - b$ .

Si l'on vouloit que les degrés enfermés entre deux degrés donnés en  $M$  &  $N$ , fussent en décroissant ou en croissant uniformément, & que sans s'embarrasser s'ils décroissent ou croissent de la même manière de  $M$  vers  $E$  & de  $N$  vers  $P$ , on voulût sçavoir ce que l'espace  $MNO$  terminé par les droites  $NO$ ,  $MO$ , parallèles aux axes  $PC$ ,  $EC$ , occupe du Sphéroïde, cela seroit fort aisé par le moyen des valeurs précédentes de  $x$  & de  $y$ , qui deviennent, lorsque  $c = 0$ ,

$$x = -a\sqrt{1-zz} - bA\sqrt{1-zz} + bz + a$$

&  $y = az + bAz + b\sqrt{1-zz} - b$ .

Il faudroit donner à  $z$  successivement les deux valeurs qu'il a en  $M$  &  $N$ , & prenant l'excès des deux valeurs de  $x$ , qu'on auroit alors, on trouveroit la valeur de  $MO$ ; on auroit de même celle de  $NO$ .

Il est inutile de dire que pour déterminer  $a$  &  $b$  à être convenables pour la diminution ou augmentation uniforme des degrés renfermés entre le degré en  $M$  & en  $N$  supposés donnés; il faudroit faire par le moyen de l'Equation  $R = a + bA$ , deux autres Equations, l'une en mettant pour  $R$  &  $A$  leurs valeurs en  $M$ , & l'autre en mettant pour les mêmes lettres leurs valeurs en  $N$ ; ensuite de ces deux Equations tirer les valeurs de  $a$  & de  $b$ .

Si ayant plusieurs degrés mesurés sur un Méridien, on vouloit conclurre la figure & la grandeur du Méridien, en supposant que les degrés compris entre ceux que l'on auroit mesurés, fussent en décroissant ou en augmentant uniformément d'un degré mesuré au degré mesuré le plus voisin, cela seroit fort facile, puisqu'il n'y auroit qu'à adjoûter les parties  $EQ$ ,  $MO$ ;  $QM$ ,  $NO$ , &c. calculées comme on vient de le dire.

Mais je crois qu'il vaut beaucoup mieux, pour la simplicité du calcul, & pour la vrai-semblance de l'hypothèse, supposer que les degrés du Méridien suivent la loi exprimée par l'Equation  $R = a + bA + cA^2 + dA^3 + \&c.$  dans laquelle on déterminera  $a$ ,  $b$ ,  $c$ , &c. par les degrés de latitude mesurés.

Pour revenir donc à cette hypothèse, supposons que le degré du Pérou & celui de Laponie soient mesurés, & que les degrés intermédiaires, depuis l'Equateur jusqu'à Paris, où l'on a le degré que M.<sup>rs</sup> Picard & Cassini ont mesuré, & depuis Paris jusqu'au Cercle Polaire, suivent la loi exprimée par l'Equation  $R = a + bA + cA^2$ , il ne faut plus que déterminer  $a$ ,  $b$  &  $c$ .

Premièrement  $a$  sera le rayon de la développée en  $E$ , puisqu'alors  $A = 0$ . Pour  $b$  &  $c$ , on les déterminera par deux Equations qu'on aura, en mettant pour  $A$  successivement



$\frac{49D}{90}$  &  $\frac{67D}{90}$ , & pour  $R$  les rayons des  $49^{\text{me}}$  &  $67^{\text{me}}$  degrés de latitude. Ces deux Equations étant résolues, donneront  $b = \frac{12005m - 10440p}{3283D}$  &  $c = \frac{8100p - 22050m}{3283DD}$ , en supposant que  $p$  représente l'excès du rayon du  $1^{\text{er}}$  degré de latitude sur le rayon du  $49^{\text{me}}$ , &  $m$  l'excès du rayon du  $49^{\text{me}}$  sur le rayon du  $67^{\text{me}}$ .

Il est inutile de dire que nous ne nous attachons pas plus à l'hypothèse de l'allongement qu'à celle de l'applatissment du Sphéroïde, car quoique nous disions l'excès du  $1^{\text{er}}$  degré de latitude sur le  $49^{\text{me}}$ , & l'excès du  $49^{\text{me}}$  sur le  $67^{\text{me}}$ , ces excès  $p$  &  $m$  se peuvent prendre aussi facilement en — qu'en +, & donnent dans ce cas l'applatissment.

Si l'on substitue les valeurs précédentes de  $b$  & de  $c$  dans  $bD + cDD - 2b - 2cD$  qui exprime la différence des deux demi-diamètres du Sphéroïde, on aura

—  $\frac{2340p - 10045m}{3283} + \frac{4680p + 20090m}{3283D}$  dans laquelle il faudra mettre pour  $D$  le rapport du quart de la circonférence au rayon, en supposant ce rapport, celui de 157 à 100, on aura pour le cas présent autant d'exactitude qu'il est nécessaire, & la différence des axes se trouvera de  $\frac{641p + 2751m}{3283}$

expression qui peut faire parcourir fort facilement les différentes figures des Sphéroïdes.

On voit d'abord que quand même  $m$  seroit négatif, c'est-à-dire, que le  $49^{\text{me}}$  degré seroit plus petit que celui que nous devons mesurer dans le Nord ( $p$  étant toujours positif) le Sphéroïde pourroit être encore allongé, pourvu que  $641p > 2751m$ .

De même on voit que si  $p$  est négatif, c'est-à-dire, si le degré mesuré par les Académiciens qui sont allés à l'Equateur, étoit plus petit que celui de Paris, le Sphéroïde seroit applati, quoique le degré du Nord fût plus petit aussi, pourvu que  $641p < 2751m$ .

126 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Si l'on veut sçavoir ce que l'expression précédente don-  
neroit de lieues pour la différence des deux axes, il faudroit  
diviser cette expression par  $a - p$  qui est le rayon du  
degré de Paris qu'on suppose de 25 lieues, & l'on auroit

$\frac{641p + 2751m}{3283 \cdot (a - p)}$ , dans laquelle mettant pour  $p$  la même partie  
de  $a$  que la différence du 1<sup>er</sup> degré au 49<sup>me</sup> est du 1<sup>er</sup> degré,  
& pour  $m$  la même partie de  $a - p$  que la différence du  
49<sup>me</sup> degré au 67<sup>me</sup> est du 49<sup>me</sup> degré, on aura une fraction  
qui marquera ce que l'excès d'un axe sur l'autre est à l'égard  
du rayon du degré de Paris, c'est-à-dire, à l'égard du rayon  
d'un Cercle dont la circonférence est de 9000 lieues.

En substituant les valeurs que nous avons trouvées pour  $b$   
& pour  $c$  dans  $b + 2cD + a - 2c$  &  $a + bD + cD^2$   
 $- 2c - b$  qui exprime les deux demi-axes,

On aura  $a - \frac{2551m - 2904p}{3283}$  pour le rayon de l'Equateur,

&  $a + \frac{200m - 2263p}{3283}$  pour le demi-axe.

DESCRIPTION

## DESCRIPTION ANATOMIQUE

DE

L'ŒIL DE L'ESPECE DE HIBOU

*Appellé ULULA.*

Par M. PETIT le Médecin.

**I**L y a dix ans que j'ai disséqué à l'Académie des Yeux de Hibou, sans autre dessein que d'y faire voir quelques particularités qui ne se trouvent point dans les autres Oiseaux; mais le Mémoire que j'ai donné l'année passée sur l'anatomie de l'Œil du Coq-d'Inde, m'ayant obligé de disséquer les Yeux de plusieurs especes d'Oiseaux pour en reconnoître la différence, j'ai trouvé des choses remarquables dans les Yeux du Hibou auxquelles je n'avois pas fait assés d'attention. Je vais en donner le détail dans ce Mémoire.

11 Août  
1736.

J'y joindrai les observations que j'ai faites sur la Tête & les Yeux du Perroquet, qui a plusieurs choses différentes de celles que j'ai trouvées dans le *Ulula*, principalement dans les deux Mâchoires, je les mettrai par Annotations. On trouvera peut-être que je me suis trop étendu sur cet article, car ces choses paroissent être hors de mon sujet, & elles peuvent être ennuyeuses: mais il faut prendre garde que les singularités que je rapporte peuvent contribuer à connoître les moyens qui font que le Perroquet articule les paroles, principalement lorsque l'on aura la myologie de ces parties, que je donnerai lorsque j'en trouverai l'occasion, car on n'a pas des Perroquets à disséquer comme on a d'autres Oiseaux. J'ai cru que je pouvois donner par avance l'Ostéologie de ces parties. On pourra la passer si l'on veut, & ne pas s'y arrêter, ce qui sera facile, puisque je l'ai mis par Annotations.

Cette Ostéologie pourra exciter quelque Anatomiste à donner la Myologie, s'il en trouve l'occasion, & la comparer

*Mem. 1736.*

Q

avec celle du Coq, de l'Oye & d'autres Oiseaux, & principalement avec celle de l'Homme, pour en connoître le plus ou le moins d'analogie.

J'aurois fait un plus grand nombre d'observations, & j'aurois vérifié bien des choses, si j'avois eu autant de Têtes de Hibous & de Perroquets qu'il m'en auroit fallu pour cela.

Il faut se ressouvenir que lorsque je dirai qu'une telle partie a tant de longueur & de largeur, ce n'est que sur les Oiseaux que j'ai disséqués pour faire ce Mémoire, & qu'il y en a de plus grands & de plus petits.

Je n'ai trouvé de différence dans les parties des Yeux de plusieurs especes de Hibous que j'ai disséqués, que dans le plus ou le moins de grandeur; ils ont à peu de choses près la même conformation, ce qui m'a engagé de me fixer à l'espece appelée *Ulula*. J'en ai disséqué deux qui m'ont servi à faire la base de ce Mémoire.

*Theatr. univ.  
omn. Anim. &c.  
Henr. Ruysch.  
M. D. Amstel.  
an. 1718.*

On trouve la description de cet Oiseau dans le Théâtre des Animaux de Henry Ruysch, de *Avibus*, tom. 1. p. 32. il en donne plusieurs figures différentes, j'ajouterais ici quelques particularités dont l'Auteur n'a point parlé.

Les barbes de l'extrémité des plumes de la tête étoient de couleur rousse, mêlée de brun, mais depuis cet endroit jusqu'au tuyau de la plume, elles étoient noires; il faut écarter les plumes les unes des autres pour voir cette partie noire.

On voit avec plaisir l'arrangement des plumes qui sont sur les paupières. Ce sont des rangs de plumes paralleles qui laissent entre eux des espaces larges d'une ligne, ce qui donne la liberté aux paupières de se plisser lorsqu'elles se retirent de dessus le globe de l'œil. Ces rangs sont par étage, disposés obliquement, plus réguliers à la paupière inférieure qu'à la supérieure\*.

Ses jambes étoient revêtues de plumes, dont les plus

\* Il n'y avoit ni poils ni plumes sur la peau des paupières du Perroquet depuis leur rebord jusqu'aux plumes de la tête & de la mâchoire inférieure

de la largeur de 4 lignes; il n'y en avoit point non plus de la largeur de 7 lign. depuis l'angle externe des paupières jusques vers l'occiput, & depuis

grandes avoient 6 lignes de longueur & 5 lignes de largeur.

Le plus grand de ces Oiseaux avoit 12 pouces de longueur ; sçavoir, 6 pouces depuis la partie supérieure de la tête jusqu'aux aînes, & 6 pouces depuis les aînes jusqu'à la plante du pied. Il avoit quatre doigts à chaque pied, trois au devant, & un derrière le pied. Il y en a de bien plus gros & plus grands, mais je n'en ai pû avoir.

Il pesoit avec ses plumes 17 onces 2 gros<sup>a</sup>. J'ai séparé la tête du corps à la première vertèbre du col. La tête garnie de ses plumes, avoit 4 pouces 4 lignes de longueur depuis la partie antérieure du bec jusqu'à l'occiput. Elle avoit les mêmes dimensions depuis la partie supérieure de la tête jusqu'à la gorge, & autant d'une oreille à l'autre ; elle pesoit 13 gros.

La tête sans plumes avoit 33 lignes depuis la partie antérieure du bec *A* jusqu'à l'occiput *B*, 18 lignes depuis le sin-  
ciput *C* jusqu'à la gorge *D*, & 23 lignes depuis la partie postérieure *M* d'une orbite jusqu'à la partie postérieure de l'autre orbite. Elle pesoit 12 gros 24 grains sans plumes, ainsi les plumes ne pesoient que 48 grains. On voit par ces mesures que les plumes occupoient plus de la moitié du volume de la tête.

Il étoit resté sur cette tête plumée un duvet *OOOO*, qui n'est autre chose que de petits tuyaux surmontés de houppes formées par de petits filets très-fins<sup>b</sup>.

Le bec de cet Oiseau est crochu, long de 13 lignes depuis

l'angle interne jusqu'au bec. Tout ce côté étoit dénué de plumes depuis la partie supérieure de la mâchoire supérieure jusqu'à la mâchoire inférieure. Les plumes de la tête paroissent gris-blanc, parce que leur extrémité qui étoit blanche, étoit appliquée sur la partie moyenne d'autres plumes qui étoit noire, & ce noir-paroissoit à travers le blanc des plumes supérieures qui couvroit le noir, ce qui donnoit l'apparence de la couleur grise. Les plumes du corps du Perroquet & des

jambes étoient de même couleur, mais la queue étoit entièrement composée de plumes d'un beau rouge d'écarlatte.

<sup>a</sup> Cela est bien différent des Coqs-d'Inde, qui pesoient 14 & 15 livres ; il y en a qui pesent 20 livres.

<sup>b</sup> Dans l'Oye & dans le Canard toute la tête est couverte de plumes qui ont 4 à 5 lignes de longueur. La paupière supérieure en est aussi couverte ; il n'y en a presque pas sur la paupière inférieure, elles en auroient empêché le mouvement. Celles qui

J'ai cru qu'il étoit inutile de donner la figure de la Tête de l'Ulula avec ses plumes, parce qu'on peut la voir assez naturelle dans *Blas. anatom. Anim. p. 441. fig. 8.* & dans le *Theatrum Anim.* cité ci-dess. tab. 19.

Fig. 1.

le défaut des plumes à la partie supérieure *L* jusqu'à l'extrémité du bec *A*, & autant de cette extrémité jusqu'aux coins

sont sur le rebord de cette paupière occupent trop peu d'espace, & sont en trop petite quantité pour y apporter quelque obstacle; elles sont outre cela très-courtes, puisqu'elles n'ont qu'une ligne de longueur.

La tête du Coq-d'Inde pesoit avec ses plumes 40 gros. *V. les Mem. de l'Acad. 1735. p. 124.*

La tête d'un Perroquet, séparée du col à la première vertebre, pesoit avec ses plumes 7 gros & 7 grains. Je n'ai pû la faire dessiner, mais voici ses dimensions. J'ai trouvé 34 lignes depuis l'extrémité du bec jusqu'à la partie postérieure de la tête, 22 lignes depuis la partie supérieure de la tête jusqu'au dessous de la gorge, 18 lign. mesurées depuis la partie postérieure de l'œil droit jusqu'à la partie postérieure de l'œil gauche. Les trous des narines avoient une ligne de diametre.

Le bec du Perroquet est composé de deux parties qui sont couvertes de corne comme le bec de tous les Oiseaux. La supérieure *AH* (*Fig. 3.*) jointe à l'os du nés *F*, sont ensemble la mâchoire supérieure, elle se termine en pointe crochuë; elle est longue de 17 lignes mesurée en ligne droite, large de 8 lign. à sa partie inférieure, haute de 8 lign. à sa partie postérieure, elle se termine en pointe. L'inférieure est une continuité de la mâchoire inférieure; elle est noire & crochuë, mais elle ne se termine pas en pointe comme la supérieure; son extrémité est large de 3 lignes. La partie noire de la mâchoire inférieure est longue d'un pouce & plus en quelques endroits. Les deux mâchoires jointes ensemble, étoient de 16 à 17 lignes de hauteur. L'os du nés est joint à l'os coronal par synchondrose.

J'ai fait bouillir cette tête dans l'eau, j'en ai séparé toutes les parties

molles. Lorsqu'elle a été bien sèche, elle ne pesoit que 2 gros 27 grains avec la mâchoire inférieure, qui seule pesoit 37 grains. Cette tête avoit 33 lignes de longueur depuis l'extrémité du bec *A* (*Fig. 3.*) jusqu'à l'occiput *B*, 16 lignes depuis le sinciput *C* jusqu'au bas de la mâchoire inférieure *E*, & 16 lign. d'épaisseur mesurée à la partie postérieure des orbites *M*.

La cavité du crâne a 15 lignes de longueur depuis l'os criblé jusqu'au trou par où sort la moëlle allongée, 13 lignes de largeur dans l'endroit le plus large de cette cavité, 9 lignes de profondeur de la partie supérieure interne jusqu'à la selle sphénoïde.

Le trou par où sort la moëlle allongée, n'est pas tout-à-fait à l'occiput, comme on le voit dans le Coq-d'Inde, l'Oye & le Canard, &c. mais il n'est pas si avancé sous la base du crâne qu'on le voit dans le Ulula. Ce trou a 4 lignes de grand diametre de droit à gauche, 3 lignes de petit diametre de la partie antérieure à la postérieure. Il y a une petite apophyse en forme de bouton à sa partie antérieure; ce bouton est rond, & a 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de diametre: il s'articule avec la première vertebre du col.

J'ai examiné avec soin la mâchoire supérieure pour découvrir quel étoit son mouvement. Les deux mâchoires produisent le bec dans le Perroquet comme dans les autres Oiseaux, & ce bec est couvert de corne, comme je l'ai dit ci-dessus. La mâchoire supérieure a trois parties. La première est la partie supérieure du bec. La seconde est l'os du nés *GHG* (*Fig. 3.*) qui est jointe au bec *HA* par une substance qui est recouverte d'une matière qui n'est ni os ni corne, mais qui approche plus de la corne que de

du bec *G*. Ce bec est noir ; si on le fait tremper dans l'eau pendant 24 heures, le noir s'enlève facilement, comme dans

l'os. C'est dans cette substance que le trou nasal *F* est percé ; cette substance fait la troisième partie.

L'os du nés est joint avec l'os coronal par une symphyse cartilagineuse *GG* & très-lâche, semblable à celle qui joint le corps des vertèbres, & comme elle est compressible, la mâchoire supérieure se meut sur le ressort de ce cartilage, mais obscurément (la même structure se trouve dans le *Loc-kiaie*, *V. les anc. Mem. de l'Acad. tome 3. part. 2. p. 284.*) cela a fait croire à quelques Anatomistes que la mâchoire supérieure faisoit seule presque tout le mouvement, & que celui de la mâchoire inférieure étoit obscur. Nous voyons tout le contraire dans notre Perroquet, dans lequel la mâchoire inférieure se meut comme dans les autres Oiseaux, ayant la même articulation avec une épiphyse attachée à l'os de l'oreille, comme nous l'allons voir par les observations suivantes.

L'articulation par synchondrose de la mâchoire supérieure avec le crâne n'est pas la seule particularité que l'on trouve dans le crâne du Perroquet ; on remarque deux os plats, l'un à droit, l'autre à gauche, qui forment le palais, & qui sont si minces, qu'ils en sont un peu transparents ; ils sont très-irréguliers, ils ont chacun six côtés, dont il y en a trois plus longs que les autres, le côté inférieur est le plus long & est un peu courbe, aussi bien que les deux côtés suivants. Il a 11 lign. de longueur, mesuré en ligne droite ; le côté supérieur a 6 lignes de longueur, & le troisième est à la partie postérieure, il est long de 7 lign. le premier & le plus court des trois petits côtés est long de 2 lignes. Ces os sont un peu épais en cet endroit, ils sont joints par symphyse à la partie

postérieure inférieure du bec, le côté supérieur est long de 4 lignes. Ces deux os sont joints ensemble par ces deux côtés au dessous de l'os qui sépare les deux orbites. Ils sont recourbés l'un vers l'autre, au moyen de quoi ils se rencontrent pour s'unir. On remarque à la partie antérieure de cette union une petite échancrûre large de  $\frac{1}{4}$  de ligne, & de 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de profondeur ; il y a deux petites apophyses pointuës, longues d'une ligne. On voit encore à chacun de ces os deux autres apophyses à la partie postérieure de cette union, elles sont longues de 1 ligne  $\frac{2}{3}$ , le côté postérieur est long de 4 lignes  $\frac{1}{2}$ , où il y a une échancrûre angulaire. Ces deux côtés sont les apophyses ptengoïdes dans cet oiseau, elles sont particulières par leur structure ; ces deux apophyses forment un angle, & c'est au fond de cet angle & sur la partie postérieure de l'union des deux os, que sont joints deux os grêles, longs de 9 lignes, épais de  $\frac{1}{4}$  de ligne. Chacun de ces os est joint par son autre extrémité à la partie inférieure & au côté interne d'une épiphyse attachée à l'os de l'oreille. C'est à la partie inférieure de cette épiphyse que s'articule la mâchoire inférieure. Cette épiphyse ressemble à une massûe irrégulière. Il y a un autre filet d'os qui part de la partie postérieure inférieure de la mâchoire supérieure, il a 14 lignes de longueur & 1 ligne d'épaisseur, & qui se joint par symphyse à la partie inférieure latérale externe de cette massûe. La mâchoire inférieure s'articule avec cette massûe à la partie inférieure entre les deux filets d'os dont nous venons de parler. C'est sur ces deux filets d'os que se fait tout le mouvement de la mâchoire supérieure, & qui est aidée par le mou-

toutes les especes d'Oiseaux dont le bec est noir. Le trou des narines *F* est à la partie supérieure du bec, il est rond, il a une ligne de diametre.

J'ai fait bouillir cette tête dans l'eau pendant 7 ou 8 minutes ; j'en ai ôté toutes les parties charnuës. Lorsqu'elle a été bien sèche, elle a pesé 80 grains avec la mâchoire inférieure, c'est près de douze fois moins qu'elle n'a pesé avec les chairs.

Les os se sont trouvés très-spongieux, principalement ceux qui logent le cerveau. Ils étoient presque par-tout épais de 2 lign. & en quelques endroits de 1 ligne  $\frac{2}{3}$ . Cette tête sèche & décharnée étoit longue de 3 1 lignes depuis la partie antérieure du bec *A* jusqu'à l'occiput *B*, large de 2 2 lignes, mesurée à la partie postérieure de l'orbite *M*, épaisse de 1 5 lign. depuis le sinciput *C* jusqu'au palais *D* ou *N*.

Fig. 2.

vement de l'épiphyse ou massuë à laquelle ces deux filets d'os sont attachés, car cette épiphyse est attachée à l'os de l'oreille par un cartilage sur lequel elle a un peu de mouvement. Pour bien comprendre ceci, il faut avoir un crâne de Perroquet avec la mâchoire inférieure, & l'examiner pendant qu'on lira ce que je viens de dire.

La mâchoire infér. *DE* (Fig. 3.) a aussi ses particularités, car elle est bien plus large que celle du Coq-d'Inde, du Hibou, & d'autres Oiseaux ; son articulation est différente aussi-bien que l'extrémité antérieure qui est crochuë. Cette mâchoire est longue de 2 pouc. 3 lignes, large de 7 lignes à chaque côté dans sa partie noire proche du trou oval *K* ; mais à la partie postérieure *E* elle n'a que 5 lignes dans sa partie la plus large ; elle est entièrement osseuse, mais sa partie antérieure est recouverte d'une matière noire qui s'enleve facilement, & qui ressemble à de la corne, comme je l'ai dit ci-dessus. Elle occupe la longueur de 1 2 lignes, si on enleve cette partie en raclant de l'épaisseur de  $\frac{1}{4}$  de ligne, on trouve la partie osseuse, ce qui est

de même à la mâchoire supérieure. Cette partie du bec est échancrée non seulement à son extrémité qui ne finit point en pointe, car elle est large de 2 lignes  $\frac{1}{2}$ , mais elle est encore échancrée à ses côtés, où elle n'a que 4 lignes de hauteur. L'os de cette mâchoire a au-plus une ligne d'épaisseur. Son articulation se fait avec l'os qui ressemble à une massuë, & qui est attachée à l'os de l'oreille, comme je l'ai dit ci-dessus ; elle se fait par ginglyme, le côté de la massuë est reçu dans une rigole ou gouttière qui est à l'extrémité de la mâchoire, & le côté externe de la massuë reçoit dans une gouttière le côté externe de l'extrémité de la mâchoire, c'est au moyen de ces deux gouttières que cette mâchoire peut s'avancer en devant & reculer en arrière, il y a 1 6 lignes  $\frac{1}{2}$  de l'extrémité postérieure de cette mâchoire à l'autre extrémité postérieure. A chacune des surfaces latérales on voit un trou *K* percé dans la partie moyenne, long de 1 ligne  $\frac{1}{2}$  & large de près d'une ligne. *V. Olier Jacob. Anat. Pteraci, AB. Hafn. vol. 2. mun. 124. an. 1673.*



L'os du nés est large de 5 lignes  $\frac{1}{2}$  de droit à gauche, & de 3 lignes  $\frac{1}{2}$  depuis la partie antérieure du coronal *H* jusqu'à la partie supérieure du bec *G*.

Le crâne a de chaque côté une fosse considérable pour loger les yeux ; c'est l'orbite *ILMN*.

Fig. 2.

Il est moins irrégulier que celui du Coq-d'Inde, mais sa partie inférieure n'a qu'un filet osseux *D, O*, qui est une continuité de la mâchoire supérieure. Il traverse & borne en ligne droite la partie inférieure de l'orbite comme dans le Coq-d'Inde, l'Oye, le Canard, la Poule. Ce filet d'os est long de 11 lignes, large de demi-ligne, & s'articule par symphyse avec une apophyse qui sort de l'os de l'oreille, tout auprès de l'articulation de la mâchoire inférieure.

La cavité du crâne est plus grande, & contient un plus grand cerveau que le plus gros Coq-d'Inde. Cette cavité a 13 lignes depuis la partie antérieure interne de l'os coronal jusqu'au trou par où passe la moëlle de l'épine. Elle a 16 lign. de largeur, & environ 11 lignes  $\frac{1}{2}$  de profondeur du milieu de l'union de l'os coronal avec l'occipital jusqu'à la selle sphénoïde\*.

Le trou par où sort la moëlle allongée n'est pas au bas de l'occiput, comme il est dans le Coq-d'Inde, dans l'Oye, le Canard ; il est à la partie inférieure postérieure de la base du crâne comme dans l'Homme, ce trou est ovale, il a 3 lignes de grand diamètre de droit à gauche, & 2 lignes  $\frac{1}{2}$  de petit diamètre de la partie antérieure à la postérieure, il y a à la partie antérieure de ce trou une apophyse comme un petit bouton rond, il a 2 lignes de diamètre, & s'articule avec la première vertèbre du col.

\* La cavité du crâne du Coq-d'Inde a 14 lignes depuis l'os criblé jusqu'au trou par où sort la moëlle allongée, 11 lign. dans sa plus grande largeur, & 8 lignes de profondeur depuis la partie supérieure interne du crâne jusqu'à la selle sphénoïde.

Le trou par où sort la moëlle allongée est ovale, il a 3 lignes de grand

diamètre de droit à gauche & 2 lignes de petit diamètre de haut en bas. Il y a au bas de ce trou une petite apophyse large de 2 lignes, haute de 1 ligne  $\frac{2}{3}$  avec une petite échancrure à sa partie supérieure, elle s'articule avec la première vertèbre du col. Voy. les *Mém. de l'Acad.* 1735. p. 124.

## 128 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

L'orbite de l'œil *ILMN* a 13 lignes  $\frac{1}{2}$  de diametre du grand coin *I* au petit coin *M*, 11 lignes de la partie supérieure *L* jusqu'à la partie inférieure *N*, c'est-à-dire, jusqu'au filet ou portion d'os *DO* de la mâchoire inférieure, ce filet termine l'orbite à sa partie inférieure, cette orbite a environ 7 lign. de profondeur; on voit à la partie supérieure latérale externe, une échancrûre *M* en demi-cercle, dont le diametre a 6 lign. ou environ, mais un peu irrégulier, de même que le contour & le fond de l'orbite *P* \*.

Il y a au fond de cette orbite une cloison qui sépare les deux yeux, qui n'a guère que  $\frac{1}{4}$  de ligne d'épaisseur, elle est entièrement osseuse, en quoi elle diffère de celle du Coq-d'Inde; cette cloison est percée à sa partie postérieure inférieure d'un trou *P* à peu-près rond, par où passe le nerf optique.

La partie inférieure de l'orbite est terminée, comme je l'ai dit, par le filet d'os *DO*, elle est outre cela garnie de muscles qui servent aux mouvements de la mâchoire inférieure, comme cela se trouve dans le Coq-d'Inde & d'autres Oiseaux; ces muscles laissent une vacuité entr'eux & le globe de l'œil, mais qui n'est pas si spacieuse que celle qui se trouve dans le Coq-d'Inde. Dans l'un & dans l'autre, ces muscles

\* L'orbite dans le Perroquet *ILMN* (*Fig. 3.*) est à peu-près ronde, mais elle n'est pas complète. Il y a un espace *QN* long de 4 lign. où il n'y a point de partie osseuse, mais il y a un ligament tendineux qui s'étend depuis l'apophyse *Q* jusqu'aux deux apophyses *NM*. Cette orbite a 7 lign. de diametre *IM* horizontal & autant de diametre vertical *LN*, & 7 lignes de profondeur depuis son rebord extérieur jusqu'au trou *P* par où passe le nerf optique.

Ce trou qui est ovale, est percé dans la partie postérieure de la cloison qui sépare les deux orbites. Cette cloison est entièrement osseuse comme celle de l'Ulula, un peu transparente, épaisse de 1 lig. à sa partie supérieure,

& de  $\frac{1}{4}$  de ligne à sa partie inférieure.

Il y a trois apophyses *Q*, *M*, *N*, à la partie intérieure de l'orbite. La première *Q* à la partie antérieure inférieure au dessous du grand coin longue de 4 lignes, elle a 1 ligne  $\frac{1}{2}$  à son origine, & va toujours en diminuant jusqu'à la pointe. Les deux autres sont à la partie postérieure inférieure; la supérieure *M* est à peu-près triangulaire, chacun de ses côtés a 2 lignes de longueur; l'apophyse intérieure *N* est longue de 4 lignes  $\frac{1}{2}$ , épaisse de 1 ligne  $\frac{1}{2}$ ; cette dernière avec celle de la partie antérieure inférieure font partie de l'orbite, en laissant pourtant entre elles un espace de 4 lignes qui est remplacé par une membrane blanche & opaque.

font

font un plan dans cet endroit, & ne suivent pas la rondeur de l'œil, ainsi ils ne garnissent pas la partie antérieure inférieure, cette vacuité n'est remplie d'aucune matière sensible, & nous en ignorons l'usage.

Il y a au grand coin de l'œil un os spongieux *I*, qui y est attaché, & qui s'avance vers le globe, de manière qu'il ne laisse que peu ou point d'espace entre lui & le globe, il sépare en apparence la vacuité en supérieure & en inférieure, & laisse néanmoins une communication très-petite à la partie postérieure entre les deux, ce qui fait une différence de la vacuité qui est dans le Coq-d'Inde. Cette vacuité du Hibou s'étend depuis le grand coin de l'orbite jusques vis-à-vis la partie postérieure de la cornée, la partie supérieure ne commence pas tout-à-fait au grand coin de l'orbite, à cause que l'os spongieux remplit la partie supérieure antérieure de ce coin, ce qui fait que cette partie supérieure de la vacuité n'est longue que de 6 lignes, & n'a qu'une ligne de largeur, & l'inférieure est longue de 9 lignes & large au grand coin de 1 ligne  $\frac{1}{2}$ , elles n'ont l'une & l'autre qu'une ligne de profondeur. Nous verrons ci-après que le conduit lacrymal passe par dessus la partie externe de l'os spongieux dont nous venons de parler, & que dans le Coq-d'Inde il s'enfonce dans la vacuité qui est au coin de l'orbite.

*Memoires de  
l'Acad. 1735,  
p. 138.*

Quelque attention que j'aye eu pour examiner les yeux de plusieurs especes de Chat-huants vivants, je n'ai pû appercevoir aucun mouvement dans le globe de l'œil. Marcus Aurelius Severinus a fait la même remarque, *cet Oiseau*, dit-il, *ne remuë que les paupières*, & voilà ce qu'il dit de meilleur, car la description & la figure qu'il donne des yeux du Hibou ne valent rien. Le plus grand mouvement est dans la paupière supérieure; on la voit ordinairement se mouvoir toute seule, & lentement; elle s'abaisse jusqu'à la paupière inférieure, & va toucher cette paupière en clignotant, de manière que tout le bord de la paupière supérieure est convexe, & celui de la paupière inférieure est concave; ainsi c'est la paupière supérieure qui couvre entièrement l'œil, elle ne touche pas

pour cela la paupière inférieure toutes les fois qu'elle s'abaisse, il s'en faut une ligne ou 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de distance, & pour lors on apperçoit une membrane blancheâtre qui sort obliquement de dessous la paupière supérieure, & qui acheve de recouvrir l'œil, c'est la troisième paupière qui s'abaisse ordinairement avec la paupière supérieure.

L'on a toujours cru que la paupière supérieure des Oiseaux ne se baïssoit point, excepté celle de l'Autruche<sup>a</sup>, & qu'il n'y avoit que la paupière inférieure qui s'élevoit sur l'œil; cela est vrai dans le Coq-d'Inde, le Coq, la Poule, l'Oye, le Canard, le Moineau & le Merle, mais le Pigeon, la Tourterelle, le Serain & toutes les especes de Hibou ont la paupière supérieure mobile, elle se baïsse, & va trouver la paupière inférieure<sup>b</sup>.

L'on voit quelquefois dans le Hibou la paupière inférieure s'élever dans le même temps que la paupière supérieure s'abaisse pour s'unir l'une à l'autre, mais je n'ai jamais vû dans le vivant la paupière inférieure s'élever toute seule pour s'unir à la supérieure; néanmoins lorsque le Hibou est mort, il est aisé de s'appercevoir que c'est la paupière inférieure qui couvre entièrement l'œil, & que la paupière supérieure ne s'est aucunement baissée; car si pour lors on baïsse la paupière inférieure avec le doigt autant qu'il est possible, elle se relève d'elle-même jusqu'à la paupière supérieure à laquelle elle s'unit. Si l'on retient en bas cette paupière inférieure avec le doigt, & que l'on baïsse tout-à-fait la paupière supérieure, celle-ci se relève aussi-tôt qu'on cesse de la retenir; & si après qu'elle est relevée, on lâche la paupière inférieure, elle

<sup>a</sup> V. les anc. Mem. de l'Acad. tom. 3. part. 2. p. 124. où l'on voit que la paupière supérieure se baïsse, & que la paupière inférieure se hausse.

<sup>b</sup> Le Perroquet a aussi la paupière supérieure mobile, elle s'abaisse en même temps que la paupière inférieure s'éleve, mais beaucoup moins que la paupière supérieure ne s'abaisse.

L'on trouve dans le Perroquet mort

les deux paupières jointes ensemble sur la cornée; elles avoient fait chacune la moitié du chemin pour s'y rencontrer, ce que je n'ai encore trouvé que dans le Perroquet, car dans tous les autres Oiseaux, comme je l'ai dit, c'est la paupière inférieure qui s'éleve dans le moment qu'il meurt, & va joindre la paupière supérieure qui ne se baïsse en aucune manière.

se relève de même, & va s'unir à la paupière supérieure.

Pour donner plus de jour à ce que je viens de dire, il faut observer que dans les Oiseaux morts, on trouve toujours la paupière inférieure relevée non seulement dans ceux dont la paupière supérieure ne se baisse point pendant leur vie, comme nous l'avons vû dans le Coq-d'Inde, l'Oye, le Canard, &c. mais encore dans ceux qui baissent & relevent la paupière supérieure, comme les Hibous, les Pigeons, &c. Si l'on coupe la tête à un de ces oiseaux vivants, ou bien qu'on l'étrangle, & que l'on examine de quelle manière les paupières se ferment, l'on voit la paupière inférieure se relever vers la supérieure, & couvrir entièrement l'œil.


En regardant la face du Hibou, on la trouve aplatie, les yeux paroissent placés dans la même direction que ceux de l'Homme, ils regardent les objets des deux yeux à peu-près de même, mais après avoir plumé la tête, ils m'ont paru dans une position plus oblique que dans l'Homme, & moins que dans le Coq-d'Inde & les autres oiseaux qui ne peuvent voir les objets avec précision que d'un œil, soit du droit, soit du gauche, excepté l'Autruche. C'est ce que l'on remarque très-bien lorsqu'on les examine, ils panchent la tête du côté de l'objet lorsqu'il est petit; mais si l'objet est gros & un peu éloigné, je crois qu'ils peuvent le voir des deux yeux, & peut-être pas avec tant de perception que lorsqu'il les regardent d'un seul œil.

Le grand angle des paupières est éloigné du petit angle de 10 lignes, il y a encore 10 lignes du grand angle des paupières d'un œil au grand angle des paupières de l'autre œil, j'en ai trouvé 13 au Coq-d'Inde, quoiqu'il n'ait que 7 lign. du grand angle au petit angle, ce qui est à remarquer; car ils ont le diamètre de l'œil plus grand que celui de l'Homme dont le grand angle des paupières est éloigné du petit angle de 14 lignes.

Toute la longueur du rebord des paupières est noire dans le Ulula, de la largeur de 1 ligne  $\frac{2}{3}$  à la paupière supérieure, & seulement de 1 ligne à la paupière inférieure, mais près

# 132 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

des angles il n'y a que  $\frac{2}{3}$  de ligne; les paupières sont polies & plus épaisses à cette partie noire que dans tout le reste, mais plus à la partie supérieure qu'à la paupière inférieure, cette noirceur ne se trouve que dans une membrane très-fine qui se sépare des paupières par la macération dans l'eau.

Le plan du rebord des paupières par où elles se touchent, est d'un tiers de ligne de largeur, leur union se fait en  renversée dans le Ulula mort.

Je n'ai point trouvé d'aponévrose autour de l'orbite dans le Hibou, comme il y en a dans le Coq-d'Inde, il y a seulement une membrane blanche, opaque & épaisse, qui n'a pas la tiffure d'aponévrose, elle garnit l'échançrûre de la partie latérale supérieure de l'orbite & l'espace de 4 lignes de longueur qui se trouve entre les deux apophyses *QN* au bas de l'orbite <sup>a</sup>.

Fig. 2.

Les points lacrymaux <sup>b</sup> sont deux trous dont chacun est à l'extrémité antérieure d'un canal fort court, ces deux canaux sont séparés l'un de l'autre par une membrane très-fine, le supérieur est le plus grand, il est au dessus du grand angle, il a environ 2 lignes d'ouverture entre la paupière supérieure & la troisième paupière; l'inférieur est le plus petit au dessous du même angle, il a une ligne d'ouverture entre la paupière inférieure & la troisième paupière, qui est attachée en cet endroit. Ces deux canaux aboutissent dans un canal long de 3 lignes, appelé *conduit lacrymal*, il passe par-dessus la partie osseuse & spongieuse du grand coin de l'orbite, & va droit se terminer dans le lacunar: on sçait que c'est dans

<sup>a</sup> Dans le Perroquet il y avoit une membrane dure & blanche, large de 2 lignes, attachée tout du long de la partie supérieure de l'orbite, & à la partie inférieure depuis les apophyses *MN* jusqu'à l'apophyse *Q*. On n'y voyoit rien de charnu comme on le trouve dans le Coq, la Poule & le Coq-d'Inde. Pour la voir, il faut disséquer la paupière bien finement.

<sup>b</sup> Le Perroquet avoit deux points lacrymaux dans le grand coin de l'œil,

ils étoient ovales. Le supérieur avoit  $\frac{2}{3}$  de ligne de diamètre; l'inférieur avoit  $\frac{1}{3}$  de ligne. Ils étoient séparés l'un de l'autre par une membrane très-fine de 2 lignes  $\frac{1}{2}$  de longueur, ils se réunissoient pour former un canal long de 3 lign. large de  $\frac{1}{2}$  de ligne. Ce canal passe par dessus le coin de l'orbite, & va se rendre dans le lacunar. Enfin ils sont presque en tout semblables à ceux de l'Ulula, & très-différents de ceux du Coq-d'Inde, &c.

ce conduit lacrymal que coule la liqueur qui est fournie par les glandes de l'œil.

Je n'ai point vu de caroncule, ni de cartilage au rebord des paupières, les Oiseaux n'en ont point, mais j'ai vu à la paupière inférieure un cartilage ovale semblable à celui du Coq-d'Inde, il avoit 6 lignes  $\frac{2}{3}$  de longueur dans le Ulula, & 3 lignes  $\frac{1}{3}$  de largeur; il étoit environné à sa partie inférieure & à ses côtés, de fibres musculuses, comme dans le Coq-d'Inde, pour relever cette paupière; je n'ai point vu d'autres muscles aux paupières du Hibou\*.

*Memoires de  
l'Acad. 1735.  
p. 130.*

Après avoir arraché les plumes de la tête, on remarque d'abord que l'œil a beaucoup de saillie, mais cette saillie paroît bien plus grande après avoir enlevé les paupières, cette saillie étoit de 3 lignes depuis le rebord supérieur de l'orbite jusqu'à la partie la plus élevée de la cornée, & autant à la partie inférieure & au petit coin de l'œil, mais au grand coin il n'y a que 2 lign.  $\frac{3}{4}$ , à cause de l'irrégularité de l'œil, la cornée y est dans une situation oblique par rapport à l'axe de l'œil, elle est tournée plus vers le grand angle que vers le petit angle, & selon qu'il est plus ou moins tourné, il y a plus ou moins de saillie au petit angle.

Les muscles de l'œil sont à peu-près semblables à ceux du Coq-d'Inde, mais ils en diffèrent par leur grandeur & leur situation; les muscles du Hibou sont plus épais & plus courts que ceux du Coq-d'Inde & de l'Oye; ils n'occupent que la base de l'œil, & leurs tendons ne s'étendent point jusqu'à la partie antérieure de la sclérotique, mais ce que les uns & les autres ont de commun, c'est que l'insertion de ces muscles est bornée par la partie osseuse de la sclérotique. Après cela il paroît d'abord inutile de donner une description des muscles des Yeux de l'Ulula, néanmoins deux choses m'ont déterminé à la donner, 1.<sup>o</sup> on n'aura pas

\* Je n'ai point trouvé ce cartilage dans le Perroquet, il étoit peut-être trop mince pour être apperçu.

Le globe de l'œil du Canard avoit

une ligne de saillie à la partie supérieure & postérieure de l'orbite, tout le rebord de la sclérotique étoit sous la partie inférieure de l'orbite.

# 34 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

la peine de recourir aux muscles des yeux du Coq-d'Inde, qui sont dans un autre Volume que celui-ci, 2.<sup>o</sup> j'ai trouvé une très-grande différence dans les dimensions de quelques-uns de ces muscles; tout cela joint à ce que j'ai apporté plus de soin & de précision à la description des muscles de l'Ulula, j'ai cru que je ne pouvois me dispenser de la donner.

La 4.<sup>me</sup> Figure les représente à peu-près dans leur situation naturelle.

La 5.<sup>me</sup> Figure représente les muscles droits disséqués.

Fig. 4. 1. Le releveur de l'œil 1 prend son origine du fond de

Fig. 5. 1. l'orbite où il est attaché au nerf optique & à l'os qui environne ce nerf, sa partie charnuë a 2 lignes de longueur, & 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de largeur,  $\frac{1}{4}$  de ligne d'épaisseur à son origine, &  $\frac{2}{3}$  de ligne dans son milieu; sa partie tendineuse ou aponevrotique a 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de longueur, & 2 lignes de largeur, elle s'insère en partie sous le grand oblique, à demi-ligne du rebord postérieur de la base de l'œil.

Fig. 4. 2. Le muscle baïsseur a 4 lign. de longueur, 2 lign. de partie

Fig. 5. 2. charnuë, & autant de partie tendineuse; la partie charnuë a 2 lignes  $\frac{1}{2}$  de largeur,  $\frac{1}{4}$  de ligne d'épaisseur à son origine & demi-ligne d'épaisseur dans son milieu; sa partie tendineuse a 4 lignes de largeur à son insertion, qui est à demi-ligne du rebord de la base de l'œil, ce muscle couvre le pyramiforme.

Fig. 4. 3. Le muscle abducteur prend son origine du fond de l'orbite,

Fig. 5. 3. il est long de 6 lignes, c'est le plus charnu & le plus épais de tous les muscles de l'œil. Sa partie charnuë a 4 lignes de longueur, 2 lignes  $\frac{2}{3}$  de largeur &  $\frac{1}{3}$  de ligne d'épaisseur. Sa partie tendineuse a 2 lignes de largeur & autant de longueur, mais d'une manière très-irrégulière, car les parties latérales ne sont pas de même longueur. Cette partie tendineuse s'insère à une ligne du rebord postérieur de la base de l'œil.

Fig. 4. 4. L'adducteur prend son origine du fond de l'orbite, il est

Fig. 5. 4. long de 4 lign.  $\frac{1}{2}$ ; sa partie charnuë a 2 lign.  $\frac{1}{2}$  de longueur, 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de largeur, &  $\frac{1}{3}$  de ligne d'épaisseur. La partie tendineuse qui a 2 lignes de longueur & de largeur, s'insère à 2 lignes du rebord de la base de l'œil.



Le grand oblique ou l'oblique supérieur prend son origine Fig. 4. E.  
 de la partie antérieure de la cloison qui sépare les deux yeux, Fig. 5. E.  
 il a 4 lignes de longueur ; sa partie charnue a 2 lignes de  
 longueur & de largeur , &  $\frac{1}{4}$  de ligne d'épaisseur. Sa partie  
 tendineuse a 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de longueur du côté antérieur de son  
 insertion , & 2 lignes  $\frac{1}{2}$  du côté postérieur, & 4 à 5 lignes de  
 largeur à son insertion qui est très-oblique , & dont le côté  
 interne est attaché sur le bord de la base de l'œil , & l'autre  
 côté est attaché à une ligne de ce rebord. Ce muscle & le  
 releveur de l'œil couvrent la partie moyenne du muscle gibe-  
 rier ou marsupial.

Le petit oblique ou l'oblique inférieur prend son origine Fig. 4. F.  
 auprès du grand oblique, d'une rainure qui est à la partie Fig. 5. F.  
 interne du grand coin de l'œil, il a 6 lignes de longueur. Sa  
 partie charnue a 3 lignes de longueur & autant de largeur.  
 Sa partie tendineuse a les mêmes dimensions, & s'insère très-  
 obliquement à une ligne du rebord postérieur de la base de  
 l'œil ; cette partie tendineuse a quelquefois jusqu'à 5 lignes  
 de largeur à son insertion.

Voilà les muscles droits & les muscles obliques qui sont  
 communs à l'Homme , aux animaux à quatre pieds , aux  
 Poissons & aux Oiseaux , il y a seulement quelque différence  
 pour le grand oblique, qui dans l'Homme & les animaux à  
 quatre pieds passe, comme l'on sçait, par un cartilage que  
 l'on appelle *trochlée*, qui lui sert de poulie. Je n'ai jamais  
 trouvé ce cartilage dans aucun des Oiseaux & des Poissons  
 que j'ai disséqués.

Il faut encore remarquer que dans les Oiseaux le petit  
 oblique ou l'oblique inférieur est plus long , plus large &  
 plus épais que le grand oblique, ce qui n'est pas de même  
 dans l'Homme & les animaux à quatre pieds , & je ne le  
 nomme *petit oblique* dans les Oiseaux, que parce qu'il occupe  
 le même endroit que le petit oblique dans l'Homme & les  
 animaux à quatre pieds. Cette observation & plusieurs autres  
 m'ont engagé de donner avec précision les dimensions de ces  
 muscles qui paroissent avoir les mêmes usages dans l'Homme

# 136 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

& les Oiseaux. J'ai déjà dit que je n'ai pû appercevoir aucun mouvement dans le globe de l'œil du Chat-huant & dans les autres Oiseaux.

J'ai fait passer & repasser des objets devant leurs yeux, je les ai touchés avec un stilet, cela n'a produit aucun effet, je n'ai vû de mouvement que dans les paupières, comme je l'ai dit, & je n'ai remarqué aucune fibre charnuë que dans la paupière inférieure. J'ai d'abord cru que le nerf optique étant très-court dans les Oiseaux, ne pouvoit se prêter aux mouvements de l'œil, mais ayant appuyé le doigt sur le bord externe de la sclérotique, le globe de l'œil a roulé avec facilité en tous les endroits du contour où j'ai appuyé le doigt.

Il n'en est pas de même de la paupière interne que l'on trouve dans les Oiseaux, dont le mouvement est si prompt dans la Poule & dans plusieurs autres oiseaux, & si lent dans le Ulula & toutes les espèces de Hibou. Elle a pour cela deux muscles comme les autres oiseaux ; je nomme l'un *marfupial* *MM*, parce qu'il ressemble à une gibecière, l'autre est appelé *pyriforme* *G*, ils la font mouvoir avec une mécanique admirable. On en fait mention dans les anciens Mémoires de l'Académie & dans les œuvres de M. Perraut.

J'éclaircirai encore cette matière par mes observations, dans un Mémoire que je donnerai sur cette Membrane & sur celle des Animaux à quatre pieds, de la Grenouille, &c. où je décrirai les Muscles qui la font mouvoir.

J'ai trouvé une glande *H* de couleur de chair entre le muscle releveur & le muscle adducteur, elle paroît quelquefois parsemée de vaisseaux \*, elle a 4 lignes de longueur & 2 lignes  $\frac{1}{2}$  de largeur, une ligne d'épaisseur ; elle fournit un canal *I* qui a demi-ligne de diametre qui se coule dans la duplicature de la conjonctive & de la 3<sup>me</sup> paupière environ

\* On la voit de même couleur dans le Canard, où elle est à peu-près de la même grosseur & dans la même situation.

Dans le Perroquet il y avoit une glande blanche irrégulière, longue de

3 lignes, large de 3 lignes  $\frac{1}{2}$ , épaisse de 1 ligne à l'œil gauche ; celle de l'œil droit étoit plus irrégulière, & ressembloit plutôt à de la graisse de mouton qu'à une glande.

la longueur

Fig. 4.  
*MMG*.

Fig. 5.  
*MMG*.

Fig. 6.

la longueur de 3 à 4 lignes. Ce canal perce la lame interne de la 3<sup>me</sup> paupière en *K*, & décharge sur la cornée par cette ouverture la liqueur que lui fournit la glande. Ce canal a moins de 3 lignes de longueur lorsque la 3<sup>me</sup> paupière est retirée dans le grand angle ; il a plus de 4 lignes quand cette paupière recouvre l'œil.

Le globe de l'œil n'est pas sphérique dans le Ulula comme dans la plupart des animaux. Marcus Aurel. Severinus le fait ressembler à un bonnet antique ; il en a effectivement la forme, comme on le voit dans la 6<sup>me</sup> & 7<sup>me</sup> Figure. Il pesoit 2 gros, c'est  $\frac{1}{8}$  de plus que celui du Coq-d'Inde. Il avoit 12 lignes d'axe & autant de diametre à sa base ou partie postérieure mesurée de haut en bas, mais étant mesuré de droit à gauche, il avoit 13 lignes, ce qui rend cette base un peu ovale. Il avoit 8 lignes de grand diametre à l'endroit où la cornée s'unit avec la sclérotique, & 8 lignes  $\frac{1}{2}$  un peu plus bas au dessous de *EE*\*.

*Zootomia De  
mocrate Marc.  
Aurel. Severinus;  
Voy. Blas.  
p. 162.*

Fig. 6. *CD*.

La cornée avoit donc 8 lignes de diametre, & faisoit une demi-sphere, dont le rayon étoit de 4 lignes, elle s'unit obliquement & irrégulièrement avec la sclérotique. *C* est le côté du petit angle, *A* est le côté du grand angle.

Fig. 7.

La cornée étoit épaisse de  $\frac{1}{3}$  de ligne. Si l'on met tremper dans l'eau pendant quelques jours cette cornée unie avec la sclérotique, & qu'après cela on enlève en déchirant, la partie de la sclérotique qui est sur la partie osseuse, l'on enlève aussi une lame externe de la cornée. La même chose arrive si l'on enlève la partie interne de la sclérotique qui couvre la surface interne de la partie osseuse, l'on enlève en même temps une lame de la surface interne de la cornée. Il reste une 3<sup>me</sup> lame attachée avec les pièces osseuses, elle étoit enfermée entre les lames interne & externe.

Fig. 7.  
*A B C*:

La sclérotique est, comme l'on sçait, la plus forte de toutes les membranes de l'œil, & c'est en elle que consiste presque

Fig. 7a

\* Le globe de l'œil du Perroquet avoit 7 lignes  $\frac{1}{2}$  de grand diametre horizontal, & 7 lignes de diametre

vertical. L'œil étoit flétri, il avoit 6 lign. d'axe : cet œil pesoit 30 grains.

tout le ressort des parties du globe de l'œil. Sa partie postérieure est épaisse de demi-ligne, elle est formée par un entrelacement de fibres blanches qui n'ont aucune direction, comme dans tous les autres animaux <sup>a</sup>.

La partie antérieure est divisée en deux membranes très-fines. L'interne est un peu transparente & plus fine que l'externe.

Fig. 8. 9.

Ces deux membranes renferment plusieurs pièces osseuses, courtes & plates *ABCC*. J'en ai trouvé quinze & quelquefois seize & dix-sept qui par leur arrangement font tout le contour de la partie antérieure de l'œil. Elles s'étendent depuis la base de l'œil jusqu'à une ligne près de la cornée, mais le rebord de la base est plus près de la cornée, du côté du grand angle que du côté du petit angle, cela rend ces lames plus courtes vers le grand angle que vers le petit angle. Toutes ces lames sont plus ou moins courbes <sup>b</sup>; elles sont plus courbes au grand angle, & n'ont que 4 lign. de longueur, & depuis cet endroit jusqu'au petit angle elles augmentent de part & d'autre de longueur & diminuent de courbure, enforte qu'elles sont longues de 5 lignes  $\frac{1}{2}$  vis-à-vis le petit angle. Elles diffèrent encore par leur largeur; il y en a qui sont larges de 3 lign.  $\frac{1}{3}$ , d'autres n'ont que 1 ligne  $\frac{1}{2}$ , jusqu'à  $\frac{3}{4}$  de ligne, mais sans distinction d'aucun côté; elles sont mêlées les unes avec les autres, on voit souvent les plus étroites jointes avec les plus larges. Ces pièces d'os ont un tiers & jusqu'à demi-ligne d'épaisseur dans leur milieu, car elles sont aiguës en biseau sur leur bord à vive-arête, & c'est par cet endroit qu'elles sont appliquées 1, 2, 3, les unes sur les autres en manière de tuiles, parce que la même pièce couvre le côté d'une autre pièce, & est recouverte à son côté opposé par le côté d'une autre pièce, comme on le voit dans la Figure 8, où la pièce 3 recouvre le côté de la pièce 2,

<sup>a</sup> Dans le Perroquet la sclérotique étoit noire autour de la cornée de la largeur de demi-ligne; cette cornée avoit 3 lignes  $\frac{1}{2}$  de diamètre.

<sup>b</sup> Elles ne sont point courbes dans le Coq-d'Inde, le Coq, la Poule, le Pigeon, l'Oye & le Canard.

& la pièce 2 recouvre le côté de la pièce 1. Il s'en trouve pourtant où la même pièce des deux côtés est couverte, & d'autres pièces qui couvrent par leurs côtés les pièces qui s'y trouvent unies.

Toutes ces pièces arrangées comme je viens de le dire, tiennent les unes aux autres par de petites membranes assés lâches pour laisser glisser les parties osseuses entre elles au moindre mouvement qui occasionnera le ressort de la duplication de la sclérotique qui enveloppe les parties osseuses, ou même si par la contraction des muscles droits, l'œil est poussé vers le fond de l'orbite, la partie postérieure de la sclérotique qui est molle & très-fléxible, est enfoncée au dedans de l'œil, l'humeur vitrée est poussée à la partie antérieure de l'œil où elle étend & dilate la sclérotique, & oblige les parties osseuses de s'écarter les unes des autres, & pour lors les diamètres de cet œil doivent nécessairement s'allonger dans le temps que son axe se raccourcit \*.

J'ai coupé la cornée *ABC* dans son contour, l'humeur aqueuse s'est répandue, il y en avoit 9 grains, car l'œil qui pesoit 2 gros avant d'avoir évacué cette liqueur, ne pesoit plus qu'un gros 63 grains après qu'elle a été évacuée.

Après avoir enlevé la cornée, j'ai mesuré avec mon Ophthalmometre ce qui restoit d'axe dans cet œil, il y en avoit 8 lignes  $\frac{1}{2}$  depuis la partie postérieure de l'œil jusqu'à la partie antérieure du cristallin, c'est donc 3 lignes  $\frac{1}{2}$  pour la flèche ou sinus versé de l'arc que fait la cornée.

Avant de couper la cornée, on ne pouvoit voir la prunelle *G* dans le *Ulula* vivant, principalement lorsqu'il étoit tranquille, mais s'il avoit de l'attention à ce qui se passoit autour de lui, l'on appercevoit quelquefois cette prunelle lorsqu'il la dilatoit, & qu'il la rétrécissoit pour mieux distinguer les objets, mais pour cela il falloit l'examiner très-attentivement, car l'uvée *FF* est noire à sa partie antérieure, &

Fig. 7.

\* Tout cela prouve que M. Perault (*p.* 576.) a cru mal-à-propos que la compression de l'œil est abso-

lument impossible dans quelques animaux, comme dans le Hibou, dont la sclérotique est osseuse.

très-souvent la prunelle est aussi large ou presque aussi large que la cornée, & pour lors l'uvée est retirée sous le contour de la cornée, & c'est ce que l'on voit très-bien lorsqu'on a enlevé la cornée, on voit l'uvée toute noire à sa partie antérieure & à sa partie postérieure, mais si l'on ôte le mucus noir qui est à sa partie postérieure, elle paroît transparente. Quoique la Chouette ait un mucus noir semblable à celui de l'Ulula, la partie antérieure est néanmoins d'un jaune doré, c'est ce qui m'a fait appercevoir bien sensiblement que lorsqu'il n'y avoit qu'un de ses yeux tourné vers la lumière, la prunelle étoit plus petite que celle de l'autre oeil qui étoit du côté de l'ombre \*.

J'ai trouvé dans quelques Ulula morts la prunelle de 4 lign. de diametre seulement. L'uvée paroissoit convexe, mais je crois que cela ne se trouve ainsi que parce que l'oeil étant posé sur la partie postérieure de la sclérotique, qui, comme je l'ai dit, est très-fléxible, le poids de l'oeil fait que les humeurs sont poussées vers le haut à la partie antérieure avec le cristallin qui pousse l'uvée & la rend convexe.

Fig. 7.

Le cristallin / pèse 15 grains, il a 6 lignes  $\frac{1}{2}$  de diametre & 5  $\frac{1}{2}$  d'épaisseur; il est plus gros que celui que j'ai décrit dans mon Mémoire de 1730 page 11, qui ne pèse que 14 grains. Il est plus convexe à sa partie postérieure qu'à sa partie antérieure. La convexité de la partie antérieure fait la portion d'une sphere qui a 7 lignes  $\frac{1}{2}$  de diametre, & la convexité de la partie postérieure fait la portion d'une sphere qui a 6 lign.  $\frac{1}{2}$  de diametre. J'ai quelquefois trouvé tout le contraire, car la convexité antérieure s'est trouvée plus grande que la postérieure; & comme j'ai dit dans mon Mémoire de 1730 p. 11, j'ai aussi rencontré quelquefois cette convexité égale des deux côtés, elle faisoit la portion d'un cercle qui avoit 7 lignes de diametre; ces cristallins étoient mous.

Dans toutes les especes de Hibous que j'ai disséqués, je n'ai point trouvé de cristallin qui n'ait été très-mol, tel que celui d'un Veau de six semaines & d'un Coq-d'Inde de trois

\* Le Perroquet a aussi l'iris d'un jaune doré.

mois ; peut-être n'ai-je disséqué que de jeunes Hibous, mais je n'ai pu reconnoître de quel âge étoient ceux que l'on m'a apportés, ainsi je n'ai pu m'assurer si le cristallin des vieux Hibous est plus ferme que ceux des jeunes, comme on le voit dans le Coq-d'Inde, le Coq ordinaire & la Poule <sup>a</sup>.

Le ligament ciliaire étoit long d'une ligne demi-quart, les processus ciliaires sont longs de  $\frac{1}{4}$  de ligne du côté du petit angle, & long de  $\frac{7}{4}$  de ligne du côté opposé.

Toutes les fois que j'ai coupé la sclérotique à la partie postérieure dans toutes les especes de Hibous, il s'est répandu de l'eau toute claire qui ne filoit point, comme je l'ai vu dans le Coq-d'Inde & d'autres Oiseaux, & dans les yeux de Poissons, quoique l'humeur vitrée soit d'ailleurs très-ferme.

Il y avoit 80 grains d'humeur vitrée ; elle est ordinairement transparente & sans couleur, cet œil y avoit peut-être reçu quelque coup : je l'ai trouvé rougeâtre dans l'œil droit d'un Hibou, mais elle étoit transparente dans l'œil gauche.

Cette humeur vitrée *LL* est traversée obliquement d'une membrane noire *MM* que l'on a mal-à-propos appelée *Bourse* ; elle est produite par le nerf optique. Ce nerf entre dans l'orbite par un trou ovale, & quelquefois rond, qui est à la partie inférieure & postérieure de l'orbite. Il est long de 2 lignes  $\frac{1}{2}$  depuis l'angle qu'il forme par son union avec son congener jusqu'à son insertion à l'œil. Il pénètre sous la duplicature de la sclérotique où il s'applatit en s'élargissant, il y est long de 3 lignes sans avoir diminué de grosseur, & ne se termine point en pointe comme il fait dans le Coq-d'Inde ; il a  $\frac{1}{4}$  de ligne d'épaisseur, & de la partie interne de cette épaisseur sont la membrane noire dont nous venons de parler <sup>b</sup>,

Fig. 7.

<sup>a</sup> Le cristallin du Perroquet avoit 2 lignes  $\frac{1}{2}$  de diametre & 1 ligne  $\frac{1}{4}$  d'épaisseur plus convexe à sa partie postérieure qu'à sa partie antérieure : il étoit très-mou.

<sup>b</sup> *V. les anc. Mem. de l'Acad. tome 3. part. 2. p. 98.* où il est dit

que dans l'Aigle le nerf optique d'où sortoit la membrane noire, étoit aplati, faisant comme une fente de la longueur de 3 lignes.

Dans le Perroquet le nerf optique est long de 4 lignes depuis son entrée dans l'orbite jusqu'à l'œil, large de 1 ligne  $\frac{1}{4}$ , épais de 1 ligne.

qui a, comme je l'ai dit, ses quatre côtés égaux, dont chacun avoit 2 lign.  $\frac{2}{3}$  de longueur, elle n'avoit que 2 lignes à l'œil gauche.

Je l'ai vû de figure de trapeze & de trapezoïde, je l'ai quelquefois trouvé de 3 lignes de hauteur depuis la base jusqu'au sommet du côté du grand angle, quelquefois elle n'avoit qu'une ligne de hauteur du côté du petit angle de la base jusqu'au sommet où elle n'avoit qu'une ligne de largeur, quoiqu'elle eut près de 3 lignes de largeur à sa base <sup>a</sup>.

Pour bien déterminer la position de cette membrane, il faut d'abord prendre garde qu'elle est située de la même manière que dans le Coq-d'Inde par rapport au muscle pyramidal selon la direction duquel elle est posée à sa partie latérale postérieure, mais les muscles de l'œil & ceux de la membrane sont dans une position bien différente, car dans le Coq-d'Inde les muscles s'insèrent tout près de la cornée, & le muscle pyramidal y prend son origine. Dans le Chat-huant ces muscles s'insèrent tout près du rebord de la base de l'œil, & le pyramidal y prend son origine qui est éloigné de la cornée de 6 à 7 lignes <sup>b</sup>.

Cette bourse est éloignée de 3 lignes (prise selon la direction du nerf optique) du rebord de la circonférence de la base de l'œil, & de 6 lign. de l'autre côté selon la même direction. Elle est composée (comme celle du Coq-d'Inde, de l'Oye, &c.) de fibres à peu-près parallèles, qui s'entrelacent à la partie supérieure, ce qui la rend plus épaisse en cet endroit.

Il sort de l'angle supérieur latérale interne un filet *N* blanc qui paroît un peu transparent, long de 2 lignes, il va s'attacher à la partie latérale de la capsule du cristallin du côté du grand angle.

<sup>a</sup> Je crois qu'elle prend ces sortes de figures lorsqu'on la débarrasse de l'humeur vitrée, car elle s'allonge ou s'élargit plus ou moins selon le côté où elle a été le plus tirailée, comme je l'ai dit dans le Memoire de l'Œil du Coq-d'Inde.

<sup>b</sup> Dans le Canard elle a 2 lign.  $\frac{1}{2}$  de base, 1 ligne  $\frac{1}{2}$  de hauteur, figurée comme celle du Coq-d'Inde, qui a 5 lignes de base & 3 lignes  $\frac{1}{2}$  de hauteur.



## EXPLICATION DES FIGURES.

**L**A *Figure première* représente la Tête de l'Ulula, dont on a arraché les plumes.

- A*, la partie antérieure du bec.
- B*, la partie postérieure de la tête ou occiput.
- C*, la partie supérieure de la tête.
- D*, le dessous de la gorge.
- E*, la partie antérieure de la mâchoire inférieure.
- F*, le trou de la narine.
- G*, l'union des levres ou des mâchoires.
- H*, le trou de l'oreille.
- I*, l'œil droit.
- K*, l'œil gauche.
- L*, la partie supérieure du bec.
- M*, la partie postérieure de l'œil.

**OOOO**, les houppes qui restent sur la peau après avoir ôté les plumes.

**La Figure seconde** représente le crâne de l'Ulula.

- A*, la partie antérieure du bec.
- B*, l'occiput.
- C*, la partie supérieure du crâne.
- D*, le palais.
- F*, le trou de la narine.
- G*, l'os du nés.

**ILMN**, l'orbite de l'œil.

- I*, le grand coin de l'orbite, où il y a une pièce d'os spongieuse.
- L*, la partie supérieure de l'orbite.
- M*, le petit coin de l'orbite où l'on voit une échancrûre.
- N*, la partie inférieure de l'orbite.
- DO**, filet d'os qui fait une continuité de la mâchoire supérieure jusqu'à l'apophyse qui sort de l'os de l'oreille *O*, & qui termine la partie inférieure de l'orbite.

*P*, le trou par où passe le nerf optique à la partie postérieure inférieure du fond de l'orbite.

La *Figure troisième* représente le crâne d'un Perroquet.

*A*, la partie antérieure du bec.

*B*, la partie postérieure de la tête ou occiput.

*C*, la partie supérieure de la tête.

*AG*, la mâchoire supérieure composée de la partie supérieure du bec & de l'os du nés *G H G*.

*F*, le trou de la narine.

*H F G*, l'os du nés.

*D E*, la mâchoire inférieure.

*K*, le trou ovalaire au milieu de la mâchoire inférieure.

*I L M N*, l'orbite de l'œil.

*M N*, les deux apophyses qui sont à la partie postérieure inférieure de l'orbite.

*P*, le trou qui est au fond de l'orbite, il donne passage au nerf optique.

*Q*, apophyse à la partie antérieure inférieure de l'orbite.

*Q M N*, la partie inférieure de l'orbite où il n'y a point de partie osseuse, qui est remplacée par une membrane blanche & opaque.

La *Figure quatrième* fait voir les muscles de l'œil en situation à la partie postérieure, & que j'appelle la *base de l'œil*.

*A*, la partie supérieure de l'œil gauche.

*B*, la partie inférieure.

*C*, le côté du petit angle.

*D*, le côté du grand angle.

*E*, le muscle oblique supérieur, ou le grand oblique.

*F*, le muscle oblique inférieur, ou le petit oblique.

*1, 2, 3, 4*, les quatre muscles droits.

*1*, le releveur.

*2*, l'abbaisseur.

*3*, l'abducteur.

*4*, l'adducteur.

*G*,

*G*, le pyriforme.

*H*, son tendon.

*MM*, le muscle appelé le *quarré* par quelques Auteurs,  
& que je nomme *marfupial*.

*L*, le nerf optique.

La *Figure cinquième* représente le même œil gauche dans la même position, les muscles droits & obliques disséqués, les muscles de la 3<sup>me</sup> paupière, le *marfupial* & le pyriforme à découvert, & le nerf optique, le tout avec les mêmes lettres que le précédent, auquel on aura recours.

La *Figure sixième* représente la 3<sup>me</sup> paupière qui couvre une partie de la cornée, le tendon du pyriforme, le petit osselet qui lui sert de poulie, & la glande lacrymale.

*ABF*, la partie postérieure de la sclérotique, que j'appelle la *base de l'œil*.

*EE*, la partie antérieure de la sclérotique.

*C*, la partie de la cornée qui n'est point recouverte par la 3<sup>me</sup> paupière.

*DDK*, la 3<sup>me</sup> paupière qui recouvre la cornée.

*FF*, le tendon du pyriforme.

*G*, le petit osselet qui tient le tendon en situation.

*H*, la glande lacrymale; elle n'est pas à sa place par rapport aux deux coins de l'œil.

*I*, le canal excrétoire de la glande lacrymale.

*K*, l'insertion de ce canal à la 3<sup>me</sup> paupière.

La *Figure septième* représente une coupe du globe de l'œil divisé horizontalement en deux parties selon son axe, pour faire voir la situation des parties internes.

*ABC*, la cornée unie obliquement avec la sclérotique en *AC*.

*AED-CED*, la partie antérieure de la sclérotique qui contient les pièces osseuses *ABCC*, *Fig. 8.*  
& *9.*

*Mem. 1736,*

*T.*

*DOD*, la partie postérieure de la sclérotique qui est la base de l'œil où sont tous les muscles de l'œil.

*FF*, l'uvée.

*G*, la prunelle.

*BFGF*, la chambre antérieure de l'humeur aqueuse.

*HH*, la chambre postérieure de l'humeur aqueuse.

*I*, le cristallin.

*LL*, l'humeur vitrée.

*MM*, la membrane noire que l'on appelle *bourse*, qui fournit le filet *N*; ce filet va s'attacher à la partie latérale de la capsule du cristallin du côté du grand angle.

La *Figure huitième* représente les pièces osseuses jointes ensemble, & qui étoient renfermées dans la duplicature de la sclérotique à la partie antérieure.

*AB*, la partie antérieure de ces pièces osseuses.

*CC*, leurs parties postérieures.

*1, 2, 3*, la manière dont elles sont unies ensemble.

La *Figure neuvième* fait voir deux pièces osseuses à part *AB*.

*CC*, est une surface d'abord aiguë à vive-arête, qui étant renversée & appliquée sur *ee*, fait une union entre elles en forme de tuile.



Fig. V

A

Fig. IV

A

Fig. VI

C

4 D

B

L

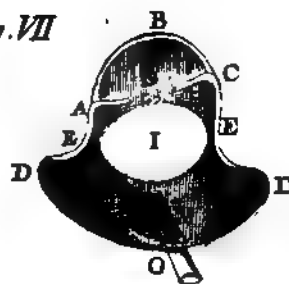
2 F

H

2. ~ F

Fig. VIII

Fig. VII





## PROBLEME ASTRONOMIQUE.

*Trouver la hauteur du Pole indépendamment des Réfractions, lorsque cette hauteur n'est pas au dessous de 25 ou 30 degrés, par le moyen d'une Étoile qui passe, ou qu'on feint passer par le Zénit.*

Par M. DE MAIRAN.

**M.** *Maraldi* nous a donné une manière de déterminer la <sup>12 Mai</sup> hauteur du Pole, lorsqu'une Étoile passe par le Zénit, <sup>1736.</sup> ou près du Zénit, sans avoir égard aux Réfractions; ce qui est tout-à-fait rare, & très-précieux en Astronomie. Mais la Méthode exige une observation azimuthale, & les observations de cette espèce, sont peu susceptibles de précision, du moins avec les instruments qu'on y a employés jusqu'ici, comme *M. Maraldi* le reconnoît, & comme il nous en a averti lui-même; sans compter que ces instruments sont encore d'un plus grand appareil, d'un transport plus difficile, & d'une beaucoup plus grande dépense que les Quarts-de-cercle ordinaires. C'est ce qui m'a fait chercher à délivrer l'opération dont il s'agit, de toute observation azimuthale. J'ai donc pris une autre route, mais sur la même idée, en évitant l'erreur des Réfractions; de sorte que s'il se trouve quelque chose d'utile dans ce que je vais proposer, c'est à *M. Maraldi* principalement qu'il est dû, car j'avouë que je n'y avois jamais pensé avant que d'avoir entendu la lecture de son Mémoire sur ce sujet.

Il faut distinguer ici deux cas : le premier, lorsqu'on a réellement une Étoile qui passe par le Zénit : le second, lorsqu'on n'a point d'Étoile qui passe par le Zénit, mais tout proche, à une distance donnée de quelques minutes, soit en de-çà du Zénit vers le Pole, soit au de-là vers l'Équateur; c'est le cas de l'Étoile feinte au Zénit, & que je ramènerai au premier.

## METHODE POUR LE PREMIER CAS,

*Lorsqu'on a une Etoile qui passe par le Zénit.*

Fig. 1.

1.<sup>o</sup> Il faut observer les hauteurs méridiennes apparentes de l'Etoile Polaire au dessus & au dessous du Pole, sans avoir aucun égard à ce que les Réfractions y peuvent produire.

2.<sup>o</sup> On prendra la moitié de la différence de ces deux hauteurs, pour l'ajouter à la plus petite, ou l'ôter de la plus grande, ou, ce qui revient au même, on prendra la moitié de leur somme, & l'on en concluera la hauteur apparente du Pole, comme si en effet on y avoit observé une Etoile dont la hauteur apparente fût égale à cette moitié.

3.<sup>o</sup> Enfin, on observera l'instant du passage de l'Etoile du Zénit par le Zénit, & le temps qu'elle employe à descendre à la hauteur apparente du Pole, ou, ce qui est plus simple & plus sûr, on observera les deux hauteurs apparentes & correspondantes de cette Etoile, égales à la hauteur apparente du Pole, & l'on en déduira l'instant du passage par le Zénit.

Cela posé, je dis que ces trois points observés, le Pole, le Zénit, & celui d'une des hauteurs correspondantes de l'Etoile, avec le temps qu'elle a employé à y parvenir par rapport au Zénit, ou plutôt, les trois arcs de grand cercle qui passent par ces points, détermineront réellement dans le ciel un triangle sphérique équilatéral, dont on connoît les angles, & dont par conséquent on connoîtra les côtés, l'un desquels donnera le complément à la hauteur du Pole.

Pour le prouver, soit  $RPZ$  le Méridien du lieu, &  $P$  le Pole, dont on suppose, & dont on fera voir que la hauteur apparente doit être égale à la moitié des hauteurs apparentes de l'Etoile Polaire, lorsqu'elle est dans le Méridien, en  $A$ , par exemple, & en  $B$ . Soit  $Z$  le Zénit,  $ZL$  le Parallèle qui passe par le Zénit,  $I$  l'un des points où se trouve l'Etoile du Zénit dans le moment de l'observation d'une de ses hauteurs correspondantes,  $PI$  le cercle de déclinaison



qui passe par ce point,  $ZIT$  le vertical, &  $TR$  l'horison.

Il faut montrer que le Triangle  $IPZ$  est réellement équilatéral, qu'on en connoît l'angle  $P$ , & par-là tous les angles, & tous les côtés, dont l'un, sçavoir  $PZ$  fait le complément à la hauteur du Pole.

Car, à cause du Parallele  $ZL$ , les deux arcs interceptés  $PI$ ,  $PZ$ , sont égaux, & par l'égalité des hauteurs apparentes de  $P$  & de  $L$ , ou des arcs  $PR$ ,  $IT$ , qu'on suppose toujours répondre à des hauteurs réelles égales, lorsqu'elles sont au-dessus de 25 ou 30 degrés, le complément  $ZI$  de la hauteur  $TI$ , dans le vertical  $TIZ$ , est égal au complément  $PZ$  de la hauteur du Pole dans le vertical ou Méridien  $RPZ$ . Donc le Triangle  $IPZ$  est réellement équilatéral, & par conséquent équiangle; & puisque par l'observation du temps que l'Etoile du Zénit a employé à décrire la portion  $ZLI$  de son parallèle, on connoît l'arc de l'Equateur compris entre les deux grands cercles  $PI$ ,  $PZ$ , ce temps étant converti en degrés, on aura l'angle  $P$  au Pole, & partant les deux autres  $I$ ,  $Z$ , & leurs côtés opposés. Mais l'un de ces côtés  $PZ$ , fait le complément à la hauteur du Pole. Donc, &c.

#### REMARQUES.

S'il y avoit en effet un objet visible en  $P$ , une Etoile dont on pût prendre la hauteur apparente, il n'y auroit ici rien à désirer pour la spéculation, ni aucun doute à former sur la pratique; mais comme on n'apperçoit aucune Etoile en  $P$ , & que ce n'est que par voye d'induction qu'on détermine la hauteur apparente de ce point, il faut examiner si cette induction est légitime, ou si elle peut produire quelque erreur sensible, & capable d'influer sur le calcul & sur la détermination du Pole.

Les Astronomes modernes ont dressé leurs Tables des Réfractions depuis l'horison jusqu'au Zénit, ou sur une suite d'observations des hauteurs solaires, qui sont ce qu'il y a de mieux connu, ou sur les hauteurs successives d'une Etoile qui passe par le Zénit, ou très-proche du Zénit, & qu'ils ont

observée de degré en degré depuis son plus haut point jusqu'à l'horison, en comparant ses hauteurs apparentes à ses hauteurs réelles déduites du calcul, ou par telle autre méthode quelconque qui revient à celles-ci. Or il résulte de tout ce qu'ils nous ont donné sur ce sujet, & de toutes leurs Tables, quelque différence qu'il y ait entre elles ;

1°. Que les Réfractions d'abord très-variables auprès de l'horison, deviennent sensiblement constantes, & toujours les mêmes pour la même hauteur, dès que l'Astre a atteint une certaine hauteur, par exemple de 20 ou 25 degrés, & de plus en plus à mesure qu'il approche du Zénit, où la Réfraction est tout-à-fait nulle. Cette constance se soutient même de l'Hiver à l'Été, ainsi que M. de la Hire l'assure positivement dans ses Tables Astronomiques, après avoir fait à ce dessein une infinité d'observations dans les différentes saisons de l'année, sur les Étoiles de Sirius, & de la Lyre, & avec le secours des meilleurs instruments.

2°. Que la constance des Réfractions à une certaine hauteur dans le même climat, produit une marche ou progression décroissante sensiblement uniforme depuis cette hauteur en montant jusqu'au Zénit, & cela toujours de plus en plus, & quelle que soit d'ailleurs la loi de la progression, & la quantité de Réfraction horizontale qu'on lui donne pour base.

3°. Que cette progression, en partant du point des Réfractions constantes dans le même climat, & de plus en plus vers le Zénit, approche sensiblement d'une progression Arithmétique.

De ces principes d'expérience justifiés par tout ce que nous avons de plus excellent & de plus exact en ce genre, il suit, que quelque incertaines que soient d'ailleurs les Réfractions absolues qui répondent aux hauteurs de l'Étoile Polaire, *A, B*, au dessus de 25 ou 30 degrés, vû la petitesse de l'arc *AB*, qui n'est guere aujourd'hui que de  $4^{\circ} 12'$ , & quelque inconnues que soient les quantités réelles de ces hauteurs, la moitié de la somme des deux apparentes donnera toujours sensiblement ou à la seconde près, la hauteur apparente du point *P*;

qui occupe le milieu de leur différence, ou de l'arc  $AB$ . Les Tables Astronomiques des Réfractions ne diffèrent point à cet égard, quoique d'ailleurs très-différentes, soit par la diversité des Réfractions locales observées par différents Astronomes, & avec de différents instruments, soit par des déficiences inévitables dans les calculs, en tant qu'ils sont fondés sur une déclinaison, & une ascension droite de quelque Astre, qui ne sont pas toujours bien certaines.

Pour en venir aux exemples, & aux preuves, & pour épargner au Lecteur la peine de cette vérification, je supposerai la distance de l'Etoile Polaire au Pole seulement de  $2^\circ$ , & l'arc  $AB$  de  $4^\circ$ , tel qu'il sera dans une vingtaine d'ans, parce que l'Etoile Polaire s'approche tous les ans du Pole de  $20''$ . Cette supposition qui nous dispensera des réductions qu'exigeroient les minutes, ne sçauroit apporter ici aucune erreur; & les Tables des Réfractions, où l'on ne trouve que les degrés, ont aussi presque toujours été dressées sur ce pied-là, & ne donneroient pour les minutes & les secondes, que des parties exactement proportionnelles. D'ailleurs il suffit qu'on sçache en gros que l'Etoile Polaire n'est pas loin du Pole, sans qu'on ait besoin d'en déterminer au juste la distance. C'est-là encore un des avantages de la Méthode.

Cela posé, je prendrai pour exemple des hauteurs apparentes de l'Etoile Polaire vûë au dessus & au dessous du Pole, celles qui résulteroient des hauteurs réelles de  $36^\circ$  &  $40^\circ$ , & de la Réfraction, & par conséquent ce sera une hauteur réelle du Pole,  $RP$ , de  $38^\circ$ , qui est à peu-près la latitude des parties méridionales de l'Europe. Je vais, dis-je, appliquer à ces hauteurs de  $36^\circ$ ,  $38^\circ$ , &  $40^\circ$ , les différentes Réfractions que les Tables y font répondre, & voir si elles s'accordent exactement avec la Règle.

Selon la Table des Réfractions de *M. de la Hire*, la 5<sup>me</sup> de ses Tables Astronomiques, la Réfraction horisontale étant de  $32' 0''$ , la Réfraction de  $36^\circ$  est  $1' 33''$ , & celle de  $40^\circ$ , est  $1' 22''$ . La somme de ces deux quantités est  $2' 55''$ , dont la moitié,  $1' 27\frac{1}{2}''$ , donne, selon notre Méthode, la Réfraction

qui doit convenir, en conséquence, à la hauteur de  $38^{\circ}$ . Or c'est à  $\frac{1}{2}''$  près ce que la Table donne pour cette hauteur, sçavoir  $1' 27''$ . Prenant donc ces Réfractions pour celles qui conviennent en effet à ces hauteurs, on auroit trouvé par l'observation,

La hauteur apparente de *B*.....  $36^{\circ} 1' 33''$

Et la hauteur apparente de *A*.....  $40 1 22$

La moitié de la somme desquelles....  $38 1 27\frac{1}{2}$

donne, selon la Regle, la hauteur apparente du point *P*, ou d'une Etoile qui en occuperoit la place. Donc les deux déterminations de la hauteur apparente du Pole, par notre Méthode, & par la Table de *M. de la Hire*, ne diffèrent que de  $\frac{1}{2}''$ , ou ne diffèrent peut-être point du tout, parce que *M. de la Hire* a négligé les fractions de Seconde dans la construction de sa Table des Réfractions, comme l'ont aussi pratiqué tous les autres Astronomes.

Par la Table des Réfractions de feu *M. Cassini*, telle qu'on la trouve parmi ses Tables Astronomiques Manuscrites, la Réfraction horisontale est déterminée à  $32' 20''$ , celle qui convient à la hauteur de  $36^{\circ}$  y est de  $1' 20''$ , & celle qui convient à  $40^{\circ}$  de  $1' 10''$ , & ces quantités réfractionnelles résultent, comme on voit, d'une progression décroissante assez différente de celle de *M. de la Hire*. Leur somme est  $2' 30''$ , & la moitié de cette somme  $1' 15''$ , qui est tout juste la Réfraction que la Table donne pour  $38^{\circ}$  de hauteur. Cette Table de *M. Cassini* a été adoptée successivement dans la Connoissance des Temps, par *Mrs Lieutaud, Godin, & Maraldi*, & elle me paroît en tout la même que celle qui est imprimée dans le volume des Voyages de l'Académie, & que *M. Cassini* dressa sur les observations faites à Caïenne par *M. Richer*, tout proche de l'Equateur.

Cherchons-en une qui résulte d'Observations beaucoup plus Septentrionales. *M. Horrebow*, Professeur en Astronomie à Coppenhague, nous la fournira, dans son *Atrium Astronomia*, §. 138. Il n'y a qu'à lire cet ouvrage, qui roule principalement sur les Réfractions, pour voir le nombre prodigieux

prodigieux d'observations & de recherches que M. *Horrebow* a faites sur cette matière, tant par lui-même & en seul, que conjointement avec M. *Roemer*. On trouvera donc, dans la Table qui en résulte, aux degrés 36, 38, 40, les Réfractions correspondantes, 1' 44, 1' 39, & 1' 34", qui sont manifestement en progression Arithmétique, & où par conséquent la moitié de la somme des deux extrêmes donne le terme moyen. On n'y trouve point la Réfraction horizontale, peut-être comme trop variable, & trop incertaine.

La Table des Réfractions de M. *Wurzelbau*, insérée dans son *Uranies Norica basis Astronomica*, est encore construite sur des observations faites dans le Nord par rapport à nous. Elle ne donne cependant que 30' 28" à la Réfraction horizontale; mais elle fait la Réfraction des degrés supérieurs beaucoup plus grande qu'aucune autre des Tables modernes que je connoisse; car dans l'exemple, de 36°, 38°, 40°, la Réfraction est 2' 12", 2' 2", & 1' 55", où la moitié de la somme des deux extrêmes ne diffère pourtant de ce que doit être le terme moyen que de  $\frac{1}{2}$ ".

Au contraire une Table des Réfractions de M. *Flamsteed*, qui se trouve à la fin du second volume de son Histoire Céleste, 2<sup>de</sup> Edition, donne 33' à la Réfraction horizontale, & seulement 1' 7" au 36<sup>me</sup> degré, 1' 2" au 38<sup>me</sup>, & 58" au 40<sup>me</sup>. Mais elle n'en revient pas moins à la Règle, encore à  $\frac{1}{2}$ " près.

Toutes ces Tables ont été construites vrai-semblablement sur des Observations immédiates, & indépendamment de toute hypothèse. Il y en a un petit nombre d'autres, & que je ne leur crois pas inférieures, qui sont déduites de quelque hypothèse, fondée elle-même sur la Théorie des Réfractions, & de leurs principaux Phénomènes, & sur quelque observation particulière bien vérifiée, qui leur sert comme de base & d'époque.

Telle est la Table des Réfractions que M. *Cassini* a mise à la fin de son Mémoire sur les Réfractions Astronomiques, en 1714, & qui résulte principalement du chemin curviligne  
*Mem. 1736.*

& sensiblement circulaire que le rayon rompu décrit dans l'Atmosphère, en venant de l'Astre jusqu'à nous. Elle n'est poussée que jusqu'au 30<sup>me</sup> degré, à cause apparemment qu'après cette hauteur la progression des Réfractions y devient à peu-près la même que dans l'hypothèse rectiligne. Je prends donc dans cette Table les réfractions qui répondent au 23<sup>me</sup>, 25<sup>me</sup>, & 27<sup>me</sup> degrés, qui sont 2' 18", 2' 6", & 1' 55", & je vois que la moitié de la somme des extrêmes ne surpasse que de  $\frac{1}{2}$ " le Terme moyen.

Telle est enfin la Table que M. *Bouguer* nous a donnée dans la *Méthode d'observer exactement sur Mer la hauteur des Astres*. Celle-ci est construite non seulement sur la *Solaire*, ou la courbe que décrivent les rayons de lumière dans l'air, mais encore sur la courbe des dilatations de la matière réfractive, qui complique la précédente, & sur la sphéricité des couches de cette matière. Les Réfractions de cette Table, depuis le 25<sup>me</sup> jusqu'au 30<sup>me</sup> degré de hauteur, prises comme ci-dessus aux extrémités d'un arc de 4°, donnent une Seconde de moins que ne feroit notre Règle, par rapport au point du milieu : mais de 30° en sus, elles la confirment parfaitement, à la demi-seconde près, qui résulte toujours de la somme des extrêmes, lorsque les Secondes y sont en nombre impair.

Je n'ai pas cru inutile d'entrer dans ce détail, & d'insister sur la diversité des climats, & des circonstances, sur les différentes vûes, observations, & hypothèses des Auteurs, d'après lesquelles il nous est venu des Tables des Réfractions si différentes, tant par la quantité absoluë de la Réfraction à chaque degré de hauteur, que par la manière dont elle y est distribuée. Car on voit que malgré cette diversité, elles s'accordent toutes parfaitement en ce point, que la moitié de la somme de deux hauteurs apparentes données, au dessus de 25 ou 30 degrés, & sur une différence de 4 à 5 degrés, est toujours sensiblement égale à la hauteur apparente du point moyen réel, entre les deux hauteurs réelles qui lui répondent à distance égale de part & d'autre. Et c'est-là, si je ne me

trompe, tout ce que l'on pouvoit desirer sur ce sujet, pour la sûreté & la justesse de la pratique.

Il ne faut point distinguer de ce premier cas tous ceux, où, ayant une Etoile qui passe fort près du Zénit du lieu proposé, à quelque minute, par exemple, ou à quelques secondes, on voudra se transporter sur le point même par le Zénit duquel elle passe exactement, à raison, comme on sçait, de 15 toises 5 pieds 1 pouce par Seconde, & de 951 toises par Minute, si l'on suppose la Terre Sphérique, ou sur le pied des toises qui conviennent au degré de latitude auquel on peut juger en gros que l'on est, lorsqu'on suppose la Terre Sphéroïde. Car ayant déterminé la distance de ce point sur le terrain, on y prendra la hauteur du Pole comme il vient d'être enseigné, après quoi on la rapportera géométriquement au lieu proposé.

Mais cette manière de suppléer au défaut d'une Etoile qui passe exactement par le Zénit du lieu proposé, chose bien rare, sur-tout lorsqu'on veut qu'elle soit d'une certaine grandeur, est en quelque façon étrangère à notre Méthode; sans compter qu'il est presque toujours pénible d'opérer sur le terrain, & même quelquefois impossible par des circonstances locales. J'ai donc tâché de ramener le Probleme au cas où l'Etoile ne passe pas par le Zénit, & où elle s'en éloigne de quelques minutes, jusqu'à 25 ou 30, sans qu'on ait besoin d'aucune observation de plus que dans le premier Cas. J'aurois pû pousser cette distance bien au de-là, & jusqu'à plusieurs degrés, en augmentant simplement le travail du calcul, ainsi que je l'expliquerai avant que de finir : mais outre que la nature du Probleme exige que l'Etoile s'éloigne peu du Zénit pour n'être pas sujette à la Réfraction dans son passage par le Méridien, il faut aussi, à mon avis, qu'elle y soit vûë commodément dans la Lunette avec le Zénit, afin qu'on puisse en prendre la distance précise par le moyen du Micro-metre. Ce qui dans un instrument, par exemple, de 3 ou 4 pieds de rayon n'embrace guere que 25 ou 30' de part & d'autre du centre de la Lunette.

## METHODE POUR LE SECOND CAS,

*Lorsque l'Etoile passe à une distance donnée du Zénit, qui n'excede pas 25 ou 30 minutes.*

1°. Ayant pris la hauteur apparente du Pole, comme dans le premier Cas, & constaté la distance de l'Etoile donnée du Zénit, j'imagine une autre Etoile au Zénit, & sur le même cercle de déclinaison, comme j'en ai imaginé une au Pole.

2°. Je calcule d'après cette supposition, & d'après la hauteur apparente du Pole, comme vraie, de combien l'Etoile fictive du Zénit, après son passage par le Méridien, doit arriver à la hauteur apparente du Pole plutôt ou plutôt que l'Etoile réelle qui passe près du Zénit.

3°. J'ôte ce temps ou cette différence, du temps que j'ai observé qu'emploie l'Etoile réelle à descendre du Méridien à la hauteur apparente du Pole, si elle se trouve placée entre le Zénit & le Pole, & je l'ajoute, si elle est placée au de-là vers l'Equateur.

Cela fait, je dis que j'aurai par ce moyen le temps sensiblement exact que le point du Zénit a mis à descendre à la hauteur du Pole, & un Triangle équilatéral *IPZ*, comme dans le premier Cas: d'où calculant de même la valeur des angles & des côtés, je tirerai pareillement la véritable hauteur du Pole.

*Exemple.* La Lufante du côté droit de Persée, marquée *a* dans *Bayer*, qui est de la seconde grandeur, passera vers le milieu de cette année à environ 3' 50" du Zénit de l'Observatoire, en de-çà vers le Pole. Imaginons qu'un Astronome qui se trouve quelque part sur le même parallèle que l'Observatoire, sans le sçavoir, c'est-à-dire, à 48° 50' 10", veuille prendre la latitude du lieu, par la Méthode dont il s'agit, & suivant la Règle énoncée ci-dessus, & supposons que la Réfraction du lieu y élève les Astres d'une minute, à cette hauteur. Il trouvera donc la hauteur apparente du Pole de 48° 51' 10". Ayant aussi déterminé la distance de l'Etoile de



Perfée au Zénit de  $3^{\circ} 50''$ ;  $1^{\circ}$  Il en feint une seconde au point du Zénit, & sur le même cercle de déclinaison.  $2^{\circ}$  Il calcule d'après ces éléments de combien l'Etoile feinte après son passage par le Méridien, doit arriver plutôt à  $48^{\circ} 51' 10''$ , hauteur apparente du Pole, que l'Etoile réelle, & il trouvera que c'est d'environ  $11'' \frac{1}{12}$ .  $3^{\circ}$  Il observe l'Etoile réelle avant & après son passage par le Méridien, à cette hauteur, & il juge la première des deux observations correspondantes, par exemple, à  $8^h 30' 25'' \frac{1}{2}$  du soir, & la seconde à  $5^h 7' 18'' \frac{1}{2}$  du matin suivant. L'intervalle de l'une à l'autre, qui est  $8^h 36' 53'' \frac{1}{6}$ , étant partagé en deux également, donnera  $4^h 18' 26'' \frac{7}{12}$  pour le temps que l'Etoile réelle a employé à descendre du Méridien à la hauteur apparente du Pole. Otant de ce temps les  $11'' \frac{1}{12}$  que l'Etoile fictive du Zénit a dû employer de moins pour arriver à la même hauteur, il reste  $4^h 18' 15'' \frac{1}{2}$ , qui étant converties en degrés de l'Equateur, donnent  $64^{\circ} 33' 52'' \frac{1}{2}$ , pour l'angle du Triangle équilatéral, dont un des côtés fait le complément à la hauteur du Pole. Ce complément sera trouvé d'environ  $41^{\circ} 9' 50''$ , comme il doit l'être, mais à une seconde plus ou moins, à cause de quelque tierce que j'ai négligée dans le calcul.

Il ne s'agit plus que de donner raison de toutes ces opérations, & c'est ce que je vais faire dans les Remarques suivantes.

## REMARQUES.

Soit, comme dans la première Figure, *RPZ* le Méridien, *P* le Pole, *Z* le Zénit, *ZL* le Parallele qui passe par le Zénit, *I* le point où se trouveroit l'Etoile fictive du Zénit, dans le moment où elle seroit vûë à la hauteur apparente du Pole, *PID* le cercle de déclinaison qui passe par ce point, *ZIT* le vertical, & *OTR* l'horizon. Fig. 2.

Soit *S* l'Etoile réelle qui passe près du Zénit, *SK* son Parallele, *K* le point où elle est vûë à la hauteur apparente du Pole, *PK* le cercle de déclinaison qui passe par ce point,

$ZKH$  le vertical sur lequel on prend la hauteur  $HK$  égale à  $TI$ , &  $AIKP$  l'Almicantarath ou cercle de hauteur, qui passe par le Pole, & par les points  $I$ , &  $K$ .

Cela posé, 1.<sup>o</sup> il est clair qu'on a le Triangle équilatéral  $IPZ$ , formé par les trois arcs de grand cercle  $IP$ ,  $IZ$ ,  $PZ$ , du cercle de déclinaison  $PD$ , du vertical  $TZ$ , & du Méridien  $RZ$ . 2.<sup>o</sup> Le Triangle isoscele  $KPZ$  formé par l'arc  $KP$  du cercle de déclinaison qui détermine la distance du point  $K$  au Pole, & par les deux arcs,  $KZ$ ,  $PZ$ , l'un du vertical, l'autre du Méridien, qui fait ici la fonction d'un autre vertical, & qui sont égaux, puisqu'ils déterminent des hauteurs égales  $TI$ ,  $HK$ .

Or la véritable hauteur du Pole  $RP$ , étant supposée connue pour un moment, on connoîtra les trois côtés du Triangle équilatéral, & par conséquent les deux côtés du Triangle isoscele  $KZ$ ,  $PZ$ , puisque par hypothèse, ces deux côtés, & les trois de l'Équilatéral sont ou le complément même de la hauteur du Pole, ou des arcs égaux à ce complément. De plus on a la distance  $ZS$ , de l'Etoile  $S$ , prise ici entre le Zénit & le Pole, & par même moyen l'arc  $SP$  du Méridien; mais l'arc  $PK$  du cercle de déclinaison est égal à  $SP$ , l'un & l'autre étant intercepté par le Parallele  $SK$ , de l'Etoile  $S$ . Donc on connoîtra les deux Triangles  $IPZ$ ,  $KPZ$ ; & par conséquent l'angle  $IPK$ , qui n'est autre chose que la différence de leur angle au Pole  $P$ .

L'angle  $IPK$ , ou l'arc de l'Equateur qui le mesure, étant converti en heures, minutes, & secondes, donnera donc le temps que l'Etoile réelle devrait employer de plus ou de moins que l'Etoile fictice du Zénit, pour arriver du point  $S$  à la hauteur donnée du Pole,  $HK = TI = RP$ . Et cet angle ou ce temps étant ôté, dans le cas posé de l'Etoile  $S$  entre le Zénit & le Pole, ce temps, dis-je, étant ôté de celui que l'Etoile y a réellement employé par l'observation, le reste déterminera le moment où l'Etoile fictice du Zénit seroit parvenue à la même hauteur. Ce qui ramene le Probleme au cas simple de l'Etoile qui passe par le Zénit.

On voit aussi que l'Etoile  $S$  étant en de-çà du Zénit vers le Pole, l'angle  $IPK$  doit être soustractif, & qu'au contraire il sera additif, lorsque l'Etoile passe au de-là vers l'Equateur. Car les arcs  $ZLI$ ,  $SG$ , des paralleles des deux Etoiles  $Z$ , &  $S$ , compris dans l'angle que font entre eux le Méridien  $PZ$ , & le cercle de déclinaison  $PD$ , sont semblables, & parcourus dans un même temps par les deux Etoiles. D'où il suit que l'Etoile du Zénit,  $Z$ , arrivant au point  $I$ , sur  $PD$ , parvient en même temps au cercle de hauteur  $AP$ ; puisque par construction ces deux cercles se coupent en ce point: tandis que l'Etoile  $S$  supposée en de-çà du Zénit vers le Pole, & arrivée en temps égal sur le même cercle de déclinaison  $PD$ , au point  $G$ , ne sçauroit cependant être encore sur le même cercle de hauteur,  $AP$ , & qu'il s'en faut tout l'arc  $GK$ , ou, ce qui revient au même, tout le temps exprimé par l'angle  $GPK$ , qu'elle n'y soit: & que c'est le contraire lorsque l'Etoile est située au de-là vers l'Equateur, par exemple, en  $\Sigma$ ; parce que son parallele coupe le cercle de hauteur  $AP$ , en  $Y$ , au dessus du point  $g$ , où il coupe le cercle de déclinaison  $PD$ .

Mais dans tout ce qui vient d'être dit, nous avons supposé la hauteur du Pole connue; & il l'a fallu, parce qu'elle entre nécessairement dans le calcul des Triangles  $IPZ$ ,  $KPZ$ , & de la différence  $IPK$ , de leur angle  $P$ , qu'il faut ôter, ou ajouter, &c. pour avoir l'instant précis où l'Etoile du Zénit doit arriver à une certaine hauteur, sçavoir à la hauteur réelle du Pole; & ce n'est cependant que d'après cette hauteur affectée de la Réfraction, & simplement apparente, que notre Regle (*Sup. p. 156.*) fait calculer le temps additif ou soustractif exprimé par l'angle  $IPK$ .

Toute la difficulté se réduit donc ici à voir comment l'angle  $IPK$ , déterminé d'après la hauteur apparente du Pole, peut être sensiblement le même que celui que donneroit la hauteur exacte & réelle du Pole; ou, ce qui est la même chose, à montrer que la différence de la différence des deux angles  $IPZ$ ,  $KPZ$ , qui résulte des deux suppositions, l'une

vraye, l'autre fausse, de la hauteur du Pole, est insensible.

Cette espece de paradoxe est fondé sur ce que la quantité dont on se trompe sur la hauteur du Pole par la Réfraction, ne fait jamais qu'une petite partie du complément  $PZ$ , & que l'erreur qui en réjaillit sur les angles du triangle équilatéral  $IPZ$ , & sur ceux de l'isocèle  $KPZ$ , est encore plus petite : de manière que, dans le cas posé, la différence de leur différence devient presque infiniment petite, ou insensible.

Car à l'égard de la quantité dont le Pole est élevé par la Réfraction, dans les limites où est renfermé le Probleme, il est clair qu'elle fera toujours une très-petite partie du côté  $PZ$ , complément de la hauteur du Pole, & même plus petite à mesure que  $PZ$  diminuëra, parce que la Réfraction diminuë selon un plus grand rapport que les hauteurs n'augmentent. Mais à l'égard de la diminution dont cette erreur de la hauteur du Pole, est susceptible, en retombant sur le calcul des triangles  $IPZ$ ,  $KPZ$ , & le peu de changement qui est arrivé à la valeur de l'angle  $IPK$ , c'est une circonstance remarquable, & la suite d'une propriété des Triangles sphériques, qui mérite que nous y fassions quelque attention, & dont je ne sçache pas que personne ait parlé.

Si l'on imagine que les trois côtés d'un Triangle sphérique, croissent ou diminuent successivement & proportionnellement entr'eux, on peut dire en général, que le terme de leur variation est susceptible d'un beaucoup plus grand rapport que celui de la variation qui survient par-là à ses angles, en ce sens, que la somme des trois angles d'un Triangle sphérique, ne peut varier, comme on sçait, que depuis la valeur de 6 droits jusqu'à 2 exclusivement, ou entre les limites de 3 à 1, & que la somme de ses côtés peut varier depuis le cercle entier jusqu'à zero exclusivement, ou du fini à l'infini, quoique l'étendue des variations soit la même : car l'intervalle de 6 droits à 2 droits, & celui du cercle à zero est le même.

Mais en particulier, & si l'on compare chaque augmentation ou diminution des côtés à celle qui est produite sur  
les angles

les angles par ce changement, il faut distinguer, & il y a deux cas directement opposés; les angles du Triangle plus petits que des droits, augmentent ou diminuent en moindre rapport que les côtés, tant qu'ils demeurent plus petits, ou de même *affection*; & au contraire ceux qui surpassent l'angle droit, ou qui viennent à le surpasser par l'augmentation des côtés, augmentent ou diminuent en plus grande raison que les côtés; & cela d'autant plus qu'ils approchent davantage de la valeur de deux droits en augmentant, & de la valeur de 60 degrés en diminuant. De sorte que l'angle droit est ici le *maximum*, ou le *minimum* de ces deux especes de variation.

Pour ne pas entrer là-dessus dans un détail auquel le Lecteur pourra suppléer, & pour démontrer la propriété dont il s'agit sur l'exemple le plus simple, & en même temps le plus propre à notre sujet, soit imaginé le Triangle équilatéral *ABC*, dont les trois angles sont droits, & les trois côtés de 90 degrés chacun.

Fig. 3.

Les sommets des angles d'un tel Triangle seront donc les poles de chacun de ses côtés, & réciproquement les côtés la mesure de chacun de ses angles. Donc dans l'augmentation ou dans la diminution infiniment petite de ses côtés, celle de ses angles lui sera égale, ou différera infiniment peu de l'égalité. Mais supposons d'abord que les côtés diminuent, que le Triangle *ABC*, devienne *abc*, & qu'enfin il se termine à un Triangle équilatéral infiniment petit, il est clair que la diminution qui peut survenir à ses angles, ne peut aller jusqu'à 30 degrés inclusivement sans que le Triangle ne s'évanouisse, puisque chacun de ses angles doit demeurer au moins de 60 degrés, afin que les trois valent deux droits: mais les côtés ont diminué de 90 degrés jusqu'à l'infiniment petit. Donc la diminution des angles du Triangle *ABC* décroissant, ne peut jamais arriver tout au plus qu'au tiers de la diminution de ses côtés. Et il n'est pas moins évident que cette diminution se fait toujours de plus en plus en moindre

rappoit, eu égard à celle des côtés, à mesure que tout le Triangle approche de l'infiniment petit : car chacun des côtés de  $ABC$  étant diminué, par exemple, du tiers, en sorte qu'il ne reste que de  $60^\circ$ , l'angle demeure encore de plus de  $70^\circ \frac{1}{3}$ , & sa diminution n'est pas du quart. Si la diminution des côtés est des deux tiers, celle des angles sera encore moindre à proportion, & chaque côté étant réduit par-là à  $30^\circ$ , chaque angle demeurera de près de  $62^\circ \frac{1}{3}$ . De manière que chaque côté pouvant encore diminuer de  $30$  degrés exclusivement, chaque angle ne peut diminuer que de  $2^\circ \frac{1}{3}$ , jusqu'à la diminution infiniment petite par rapport à la diminution finie des côtés.

Il sera bien aisé après cela de démontrer que tout le contraire arrive par l'accroissement des côtés du Triangle  $ABC$  à mesure que chacun de ses angles approche de la valeur de deux droits, en ordre renversé du cas précédent; & aussi, que le Triangle  $ABC$  qui a ses trois angles droits, est le *maximum*, ou le *minimum* réciproque par rapport à la variation des côtés & des angles dans l'un ou l'autre des deux cas, & le *moyen* à cet égard entre les deux. Il ne faut, pour s'en convaincre, que se rappeler cette proposition élémentaire de Trigonométrie sphérique; sçavoir, Que si des angles,  $a, b, c$ , ou  $\alpha, \beta, \gamma$ , d'un Triangle sphérique quelconque (nous prenons toujours ici l'Équilatéral  $abc$ , pour exemple) comme Poles, on décrit trois grands cercles, ils formeront en s'entrecoupant, un autre Triangle sphérique  $\alpha\beta\gamma$ , dont les côtés seront égaux aux suppléments des angles à deux droits, & réciproquement les angles égaux aux suppléments au demi-cercle des côtés du Triangle proposé. Car nommant l'Équilatéral décroissant depuis l'angle droit jusqu'à l'angle de  $60$  degrés, le *primitif*, & celui de ses suppléments réciproques au demi-cercle, ou aux deux angles droits, le *secondaire*, il est clair,

1°. Que dans le cas de l'angle droit ( $ABC$ ) le primitif, le moyen, & le secondaire se confondent.

2°. Qu'à mesure que le primitif  $abc$  décroît d'angles & de côtés, à commencer depuis  $ABC$ , le secondaire  $\alpha\beta\gamma$ , à commencer aussi depuis  $ABC$ , croît en ordre renversé de côtés & d'angles, jusques & exclusivement à 120 degrés pour chacun de ses côtés, & à la valeur de deux droits pour chacun de ses angles, qui est le cas où il diffère infiniment peu du cercle.

Donc l'accroissement des côtés dans le secondaire ne peut aller qu'à un tiers de plus au de-là du moyen, sçavoir de 90 à 120 degrés pour chacun, tandis que chacun de ses angles peut arriver au double, sçavoir de 90 à 180°, & cela de plus en plus en approchant des extrêmes, & en ordre renversé & réciproque par rapport aux angles & aux côtés du primitif. Donc, &c.

Or notre Probleme de la hauteur du Pole est visiblement tel par ses conditions, que le Triangle équilatéral  $IPZ$ , & l'angle  $KPZ$ , sont toujours dans le cas de l'accroissement ou du décroissement des angles moindre que celui des côtés. D'où l'on voit que supposant le Pole en  $P$ , ou en  $p$ , la différence de la différence des angles, qui résulte des deux suppositions, ou des deux valeurs du côté,  $ZP$ , &  $Zp$ , sera d'autant moindre : c'est-à-dire, que  $IPK$ , ne différera pas sensiblement de son pareil  $ipk$  (que je ne trace point ici, pour ne pas embarrasser la Figure) ou n'en différera que d'une quantité toujours beaucoup moindre que  $Pp$ , &c.

C'est par les exemples qu'il faut montrer à quel point va la petitesse de cette quantité dans les différentes distances  $ZS$ , ou  $Z\Sigma$ , de l'Etoile qui passe près du Zénit.

Dans le cas rapporté ci-dessus de l'Etoile de Persée, où  $ZS = 3' 50''$ , & où la Réfraction à la hauteur du Pole de Paris est supposée de 1'; nous avons trouvé que cette Etoile auroit mis environ  $11'' \frac{1}{12}$  de plus que le point du Zénit  $Z$ , à descendre du Méridien au cercle de hauteur  $AIKP$ . Ces  $11'' \frac{1}{12}$  ne sont autre chose, comme il a été expliqué, que l'angle soustractif  $IPK$  réduit en temps, mais calculé d'après

Fig. 2.

la hauteur du Pole apparente & affectée de la Réfraction, & que nous désignons par  $ipk$ . Il est de  $2' 46'' 13'''$ , &  $IPK$  calculé d'après la hauteur vraie, de  $2' 46'' 7'''$ , qui n'en diffère que de  $6'''$  de moins, lesquelles réduites en temps, ne font que la  $150^{\text{me}}$  partie d'une Seconde.

Tout le reste demeurant de même, mais  $ZS$  devenant  $= 9' 50''$ , on aura  $ipk$  d'environ  $7' 6'' 9'''$ , &  $IPK$  de  $7' 5'' 54'''$ ; de sorte que  $ipk - IPK = 15'''$ .

$ZS = 2^\circ$  donne  $ipk$  d'environ  $48' 26'' \frac{1}{4}$ ,  $IPK$  de  $48' 23'' \frac{1}{4}$ , &  $ipk - IPK = 3''$ .

$ZS = 4^\circ 9' 50''$  fera  $ipk - IPK$  d'environ  $6''$ .

Si l'on prend l'Etoile de l'autre côté du Zénit, par exemple en  $\Sigma$ , tout le reste demeurant égal, on trouvera à peu-près les mêmes quantités pour les angles  $IPY$ ,  $ipy$ , devenus désormais additifs, ou pour leur différence. Ainsi  $Z\Sigma$ , étant, par exemple de  $4^\circ 9' 50''$ , donnera  $ipy - IPY =$  environ  $6'' \frac{1}{5}$ , un peu plus grande que dans le cas de  $ZS$ . De manière que si cet excès,  $\frac{1}{5}''$ , étoit de quelque conséquence, & lorsqu'on en auroit le choix, il faudroit préférer les Etoiles qui déclinent du Zénit vers le Pole, à celles qui sont au de-là vers l'Equateur.

Enfin si l'on change la hauteur du Pole, & par conséquent la Réfraction, & qu'on fasse, par exemple,  $RP = 30^\circ$ ,  $Pp = 1' 50''$ ,  $ZS = 2^\circ$ , on trouvera  $ipk - IPK$  d'environ  $4'' \frac{1}{3}$ , &c.

On peut s'appercevoir dans les quatre premiers exemples, pour la hauteur du Pole de Paris, que les  $ipk - IPK$  sont toujours sensiblement en raison directe des distances,  $ZS$ , de l'Etoile au Zénit. Et parce que si l'on y change la Réfraction,  $Pp$ , & qu'on la fasse, par exemple, de  $1' 30''$ , tout le reste demeurant de même, les  $ipk - IPK$  suivront encore sensiblement la proportion de  $Pp$ , comme on peut s'en convaincre en calculant les mêmes exemples avec ce nouvel élément, nous établirons ici cette Regle pour la pratique, Qu'à une même hauteur de Pole, dans les distances  $ZS$ , ou  $Z\Sigma$ ,



*de l'Etoile au Zénit prises du même côté, & qui n'excèdent pas 5 à 6 degrés, les erreurs que la Réfraction, ou la fausse hauteur du Pole apportent à la détermination du Triangle additif ou soustractif, sont toujours sensiblement en raison composée directe de la distance de l'Etoile, & de la quantité de la Réfraction.*

Cette remarque fourniroit le moyen de faire usage des Etoiles qui passeroient à une distance du Zénit,  $ZS$ ,  $Z\Sigma$ , plus grande, même de plusieurs degrés, que celle qui est renfermée dans la Méthode, pourvû que cette distance pût être exactement déterminée, & qu'elle ne rendît pas l'Etoile qu'on auroit choisie, trop sujette à la Réfraction dans son passage par le Méridien. Car ayant fait tout ce que prescrit la Méthode, & trouvé une hauteur de Pole approchée, ou diminué d'autant  $Pp$ , il n'y auroit qu'à répéter l'opération, & en tirer une valeur du Triangle additif, ou soustractif, toujours plus exacte, jusqu'à l'évanouissement sensible de l'erreur. Et il est aisé de voir, par la seule inspection des exemples précédents, qu'une ou deux de ces approximations suffiroient d'ordinaire pour cela.

Ce qu'il y a ici d'heureux, c'est que, pour les grandes distances de l'Etoile au Zénit, comme pour les petites, qu'on a vû qui n'exigent ni correction ni approximation, tous les inconvénients, & tout le travail qui en résultent, tombent encore entièrement sur l'opération du calcul, & point du tout sur l'observation, qui demeure aussi simple que dans le cas de l'Etoile qui passe exactement par le Zénit; ce qui n'est pas peu important dans la pratique de l'Astronomie.

Enfin on pourra se servir de l'inverse de la Méthode, la hauteur du Pole étant connue, pour avoir la déclinaison, & la distance au Zénit des Etoiles qui passent par le Méridien depuis le Pole  $P$ , jusqu'au point  $A$ , où le Méridien est coupé par le cercle de hauteur  $AI P$ : ce qui comprend toutes les Etoiles qui répondent à la surface du segment sphérique polaire qui a pour base le parallèle  $AQ$ . Car la déclinaison, ou, ce qui revient au même, la distance au Zénit, qui la

donne, n'est ici autre chose que la différence du côté  $IP$  du Triangle équilatéral  $IPZ$ , à la base  $KP$ , ou  $YP$ , du Triangle isoscele  $KZP$ , ou  $YZP$ ; & l'on connoîtra cette différence par le temps que l'Etoile réelle aura mis à descendre du Méridien à la hauteur Polaire  $AI$ , comparé à celui que l'Etoile fictice du Zénit auroit dû y mettre.

A la latitude de  $45^\circ$  le segment  $AQP$  sera égal à l'hémisphère polaire, à une plus grande latitude il sera plus petit, & à une moindre plus grand, jusqu'à toute la Sphere.





## MANIERE DE PURIFIER LE PLOMB ET L'ARGENT,

*Quand ils se trouvent alliés avec l'ETAIN.*

Par M. GROSSE.

L'ALLIAGE des différents Métaux est certainement une partie de la Chimie très-curieuse & très-utile ; elle nous a fourni les différents Tombacs, les Bronzes, ces métaux sonnants & brillants dont on fait les Timbres, & les Miroirs de métal qui sont aujourd'hui si utilement employés pour les Lunettes Catoptriques. Le Cuivre jaune est encore quelque chose de semblable ; une portion de Cuivre dans l'Argent le rend plus ferme, & outre cet avantage elle donne encore à l'Or une plus belle couleur ; un peu d'Antimoine ou de Cuivre rend l'Etain plus dur & plus sonnant. C'est-là une partie des avantages qu'on se peut procurer par l'alliage de différentes substances métalliques.

18 Août  
1736.

Mais il arrive souvent qu'on a besoin d'avoir les Métaux purs, & alors on est obligé de séparer ceux qu'on avoit unis, comme quand on sépare l'Or d'avec l'Argent, ce qui s'appelle *faire le départ* ; ou bien on détruit le métal qu'on avoit mis pour alliage, comme quand on coupelle l'Or ou l'Argent pour enlever le Cuivre qu'on leur avoit joint, & cette opération s'appelle *affiner les Métaux*.

Il y a de ces séparations qui se font aisément ; il ne faut, par exemple, que de la chaleur pour séparer le Plomb & le Mercure d'avec l'Argent & l'Or ; de même que pour enlever l'Antimoine qui seroit mêlé avec l'Or, ou le Zinc qui seroit dans du Cuivre. Au contraire il y a de ces séparations qui ne s'opèrent que très-difficilement, tel est l'alliage de l'Etain dans le Plomb, & de l'Etain dans l'Argent, car je ne sçache pas qu'il y ait de pratique en usage dans les Affinages Royaux

pour purifier de l'Argent allié d'Etain sans faire un déchet considérable. Il est vrai qu'on ne s'avise pas ordinairement d'allier l'Argent avec l'Etain, mais on se trouve souvent dans le cas d'avoir à les séparer.

Des Alchimistes m'ont souvent fait part de l'embarras où ils étoient pour avoir pur de l'Argent qu'ils avoient mêlé avec de l'Etain dans la vûe de le multiplier.

Il est arrivé souvent dans les Cuisines, qu'en laissant une cuilliére d'Etain dans une écuelle d'Argent qui étoit sur le feu, l'Etain s'est fondu, a fondu l'Argent, & s'est mêlé avec lui, ou qu'ayant couvert un plat d'Argent avec un plat d'Etain la même chose est arrivée.

Dans des incendies on a vû l'Argent & l'Etain ne plus faire qu'une masse ensemble. Ercker (*Aula subterranea*) rapporte qu'en passant en l'année 1567 par la Ville de Schladenwerdt sur les confins de la Bohême, il trouva cette Ville toute consumée par le feu, & que l'Argent, le Cuivre, le Plomb & l'Etain avoient été fondus & alliés ensemble de différentes manières.

Des accidents semblables arrivent encore souvent dans les coupelles, où l'on affine, par le défaut du Plomb qui se trouve allié d'Etain, ce qui jette les Affineurs dans de grands embarras, & leur cause des dommages considérables.

Il y a déjà plusieurs années qu'étant à la Monnoye de Lyon, j'y fus témoin d'un accident de cette nature, qui portoit un grand préjudice à l'Affineur.

On avoit mis dans une grande coupelle environ six quintaux d'Argent, l'ouvrier fut tout étonné de voir son Argent se boursouffler, s'hérissier, sans qu'il pût s'imaginer à quoi attribuer cet accident. Je lui demandai un peu des scories qu'il rejettoit comme inutiles, & je n'eus pas de peine à reconnoître, par la revivification, qu'elles contenoient de l'Etain & de l'Argent; j'en avertis l'Affineur, & lui recommandai d'examiner son Plomb, mais je le trouvai encore dans le même embarras, & occupé à traiter une pareille coupelle, ce qui me donna occasion de tenter sur le champ un remède qui

qui me réussit assés bien, & que je rapporterai dans un moment.

Depuis peu un Affineur de Province s'est plaint qu'on lui avoit envoyé des matières sur lesquelles il perdoit beaucoup, & quand on est venu à examiner le Plomb qu'il employoit, on a reconnu de même, que l'Etain étoit la cause de ce dommage.

Voilà quels sont les accidents que l'Etain produit, voyons maintenant les remedes qu'on y peut apporter. Erker dit que pour rendre service aux incendiés dont j'ai parlé, il avoit entrepris d'affiner les matières alliées dont ils étoient très-embarrassés, & que quand l'Etain faisoit ainsi hérissier le métal, il emportoit tout ce qu'il rejettoit avec un rable de fer, & qu'il avoit conseillé aux propriétaires de vendre ce qu'ils retiroient ainsi de dessus leur Argent aux Fondeurs de Cloches ; l'Etain s'employe dans ces sortes d'ouvrages, & l'Argent n'y peut produire qu'un bon effet, mais le dommage tomboit toujours sur les propriétaires.

L'Affineur de Lyon suivoit la même méthode qu'Erker, & il retiroit toujours de dessus son métal ce qui s'hériffoit, le rejetant comme inutile, c'est cependant de ces especes de Scories que j'ai retiré de l'Argent & de l'Etain, ainsi il perdoit entièrement ce que Erker faisoit entrer dans la composition des Cloches.

Un Commentateur \* d'Erker conseille d'employer dans \* Cardilucius, cette occasion des résidences de la distillation de l'Eau-forte, ce que M. Stahl approuve, adjôûtant, *quod agit ex indole martiali*, ce sont ses termes.

A mon égard, dans l'occasion de Lyon où je trouvai pour la seconde fois cette quantité d'Argent qui s'hériffoit dans la coupelle, je crus qu'il falloit aider la calcination de l'Etain, & dans cette vûë je fis faire un mélange de charbon de Terre & de Salpêtre que je fis jeter dans la coupelle. On conçoit bien que ce mélange qui détonnoit dans la coupelle, augmentoit beaucoup l'action du feu à la superficie, pendant que le Fer qui est contenu dans le charbon, se joignoit à l'Etain,

se calcinoit avec lui, le divisoit, & facilitoit par conséquent l'action du feu sur ce métal. Quoi qu'il en soit, ce moyen réussit fort bien, & épargna un dommage assés considérable à l'Affineur. Mais j'ai fait depuis différents essais dans de petites coupelles, & je suis parvenu à retirer du Plomb, l'Etain qui s'y trouve mêlé, de même qu'à le séparer sans déchet de l'Argent, quand par quelque accident ils sont alliés ensemble, ou, ce qui est la même chose, de coupeller l'Argent avec du Plomb allié d'Etain.

On sçait que les Plombiers ont grande attention de ne pas perdre l'Etain qui se trouve mêlé avec le Plomb des démonitions à l'occasion des Soudures; pour cela ils exposent les vieux Plombs à un feu modéré, & comme le Plomb qui est allié d'Etain se fond plus aisément que celui qui est pur, la soudure fond avant le Plomb; mais on sent bien que cette pratique, qui leur est très-avantageuse pour leur fournir de la soudure à bon marché, ne fait pas un vrai départ du Plomb d'avec l'Etain, & par conséquent ne revient pas au but que nous nous sommes proposé.

Supposons, pour commencer à rendre compte de mes expériences, qu'on ait des Scories semblables à celles que j'avois à la Monnoye de Lyon, dans lesquelles l'Etain à demi-calciné, forme un verre épais ou une espece de raifeau dans lequel l'Argent se trouve engagé & retenu en une infinité de petites parcelles. Si en cet état on les jette dans l'Eau-forte, tout se dissout, mais il faut d'abord les calciner vivement pour faire perdre à l'Etain sa forme métallique. On les met ensuite en poudre, & alors l'acide ne peut agir que sur l'Argent, & l'Etain reste au fond sans être dissout.

Je suis encore parvenu à séparer l'Etain de l'Argent par le Sublimé corrosif, & pour concevoir comme cela se fait, il n'y a qu'à jeter un morceau d'Etain fin dans une solution de Sublimé, on verra l'acide du Sel marin quitter le Mercure, & s'attacher à l'Etain. Or quand on jette du Sublimé corrosif sur un mélange d'Argent & d'Etain, la même chose arrive, l'acide se jette sur l'Etain, & en fait un beurre



jovial pendant que le Mercure se dissipe par l'action du feu, ainsi l'Argent reste pur, mais on court risque de perdre par ce moyen une portion de son Argent ; car si l'on met trop de Sublimé, l'acide du Sel marin qui est surabondant, se porte sur l'Argent, en fait une lune cornée qui se dissipe en l'air, ou si l'opération se fait dans un vaisseau fermé, un beurre lunaire ; il faudroit donc, pour ne pas perdre d'Argent, n'employer qu'une juste proportion de Sublimé corrosif, ce qui est presque impossible à déterminer. Il n'en seroit pas de même à l'égard de l'Or, car on sçait que l'acide du Sel marin n'agit point sur lui, ainsi il n'y auroit que l'Etain qui seroit emporté ; & dans ce cas il faut éviter soigneusement les vapeurs qui s'échappent du creuset, lesquelles sont très-dangereuses.

Je ne crois pas qu'il soit hors de propos de remarquer que la liqueur qu'on appelle le *Spiritus fumans Libavii*, n'étant essentiellement que le beurre d'Etain dissout dans l'eau, les matières étant ici plus concentrées, répandent beaucoup plus de fumée quand elles viennent à sentir l'humidité de l'air, mais je reviens à mon sujet.

Les moyens que je viens de proposer sont bons, mais trop coûteux pour être employés en grand, ce qui m'a engagé à en chercher d'autres qui fussent d'un usage plus aisé. Le suivant est de ce genre, & peut être employé dans les plus grandes opérations, je l'ai trouvé un jour en essayant une espèce de Plomb, pour voir s'il pouvoit être employé pour la coupelle, car m'étant apperçû qu'il étoit allié d'Etain, je m'avisai de jeter dessus de la limaille de Fer, je donnai un bon feu, ce qui est essentiel, & en peu de temps je vis mon Plomb se couvrir d'une espèce de nappe qui étoit formée par l'Etain & le Fer ; alors il est bon d'ajouter un peu d'alkali pour faciliter la séparation de ces Scories d'avec le Régule. On sent bien que cette pratique peut avoir son application pour séparer l'Etain de l'Argent, mais il est nécessaire avant que d'ajouter le Fer d'y mêler du Plomb, sans quoi la fonte ne se feroit que difficilement, & même imparfaitement, parce

que l'Étain se calcineroit, mais sans se séparer de l'Argent.

Le moyen que je viens de proposer est certainement très-peu coûteux, & très-aisé à pratiquer, je n'en sçache pas même de meilleur pour remédier aux accidents qui arrivent aux coupelles; mais si l'on avoit de l'Or ou de l'Argent alliés d'Étain, je crois que le meilleur parti seroit de calciner vivement les Métaux dans un creuset pour vitrifier l'Étain, & ensuite pour enlever ce verre d'Étain, ou même perfectionner sa vitrification, il suffiroit de jetter dans le creuset un peu de verre de Plomb qui sur le champ emporteroit l'Étain.

Voilà donc plusieurs moyens qu'on pourra employer utilement pour prévenir les accidents qui arrivent très-fréquemment aux essais de coupelles, dont à la vérité les Affineurs feroient à l'abri s'ils étoient plus attentifs à examiner le Plomb qu'ils employent. Mais avant que de finir ce Mémoire, il est bon de remarquer qu'il est très-singulier que le Fer, qui est de tous les Métaux le plus difficile à fondre, se joigne si facilement avec l'Étain, qui est presque un de ceux qui se fond le plus aisément. Nous appercevons tous les jours des rapports singuliers entre des matières qui ne paroissent pas en avoir, mais nous sommes bien éloignés de connoître ce qui les produit.

J'hazarderai cependant une conjecture sur cette union, & pour cela je prie qu'on fasse attention qu'il n'y a point de Mine d'Étain qui ne contienne de l'Arsenic, c'est un fait très-avéré, & qui ne souffre pas de difficulté; d'ailleurs il est sûr que le Fer se joint assés facilement avec l'Arsenic, ce qui se prouve parce qu'on l'emploie avec succès pour emporter l'Arsenic qui se trouve mêlé avec d'autres Métaux, & l'on peut même former un Régule, à la vérité très-aigre, du mélange de l'Arsenic avec le Fer.

Maintenant pour en venir à ma conjecture, je crois qu'on ne peut pas enlever entièrement à l'Étain tout l'Arsenic auquel il étoit uni dans la Mine, & que c'est cette petite portion d'Arsenic qui facilite l'union de ces deux métaux.



**T H E O R I E**  
**DE LA VIS D'ARCHIMEDE,**  
*Avec le Calcul de l'effet de cette Machine.*

Par M. PITOT.

**I**L n'y a guere de Machine ni plus ancienne ni plus connue <sup>27 Mars 1737.</sup> que la Vis d'Archimede : mais quoiqu'elle soit très-simple, lorsque j'ai voulu en examiner l'effet, j'ai rencontré des difficultés auxquelles je ne m'attendois pas ; ce qui m'a porté à la recherche de sa Théorie, & c'est ce que personne, que je sçache, n'a fait pleinement jusqu'à présent.

I. Tout le monde sçait que la Vis d'Archimede ne consiste qu'en un Tuyau tourné en Vis autour d'un Cylindre, ce qui forme une Courbe à double courbûre, à laquelle les Anciens ont donné les noms d'*Hélice* & de *Spirale*. Dans les Mémoires de l'Académie de 1724, page 110, nous avons regardé cette Courbe comme la plus simple des Courbes à doubles courbûres. Nous avons dit aussi dans le même Mémoire, que la méthode la plus simple pour tracer la Vis ou Hélice autour d'un Cylindre, étoit de prendre la hauteur ou la longueur du Cylindre pour un côté d'un Triangle rectangle, de faire la longueur de l'autre côté égale à autant de fois la circonférence de la base du Cylindre que la Vis ou Hélice doit faire des tours ou des révolutions sur le Cylindre, & enfin ce Triangle étant enveloppé sur le Cylindre, son hypothénuse formera le contour de la Vis ou Hélice.

II. Supposons donc ici que sur le Cylindre *ABCD* on a roulé ou enveloppé le Triangle rectangle *BDE*, & que son hypothénuse *DE* a tracé sur le Cylindre les contours de l'Hélice ou des spires de la Vis *BF, GH*, &c. Si l'on forme un canal qui suive les contours des spires, & qu'on mette dans ce canal une boule *P* d'yvoire ou de toute autre matière

Fig. 1.

pesante, il est certain que si le Cylindre étoit vertical, la boule rouleroit en bas avec la même vitesse & la même force que si elle descendoit sur le plan  $DE$ , lorsque  $BE$  est horizontale, ou que le Cylindre est perpendiculaire à l'horison. Mais si l'on incline le Cylindre, & qu'on lui fasse faire avec la verticale  $CL$ , l'angle  $ACL$  égal à l'angle  $BED$ , ou à l'angle que les spires de la Vis font avec l'axe du Cylindre, dans ce cas, la ligne  $ABE$  faisant avec l'horizontale  $LAI$ , l'angle  $EAI$  égal à l'angle  $AED$ ,  $DE$  sera parallèle à l'horison; d'où l'on voit qu'il y aura dans ce cas un côté infiniment petit des spires  $BF, GH$ , qui sera aussi parallèle à l'horison, ainsi n'y ayant rien qui détermine la boule  $P$  à rouler plutôt du côté du point  $G$  que du point  $H$ , elle resteroit immobile sur ce côté parallèle à l'horison, supposé qu'on ne fasse pas tourner la Vis ni d'un côté ni de l'autre, car de quelque côté qu'on la fit tourner, la boule descendroit.

III. L'inclinaison que nous venons de déterminer est la moindre qu'on puisse donner à la Vis pour que la boule ne descende pas d'elle-même; mais si on augmente cette inclinaison, ou qu'on fasse l'angle  $ACL$  plus grand, & par conséquent l'angle  $LAC$  plus petit, alors faisant tourner la Vis dans le sens  $CMD$ , la boule  $P$  trouvant toujours de la pente du côté de  $H$ , elle montera, pour ainsi dire, en descendant. La raison en est toute simple : le plan qui la porte, monte beaucoup plus qu'elle ne descend.

IV. On peut déterminer par plusieurs méthodes la raison du poids de la boule  $P$  à la puissance nécessaire pour la faire monter en faisant tourner la Vis. Voici celle qui m'a paru la plus simple. Par le principe fondamental de toutes les forces mouvantes, dans toute machine, la force de la puissance est au poids élevé, comme le chemin vertical du poids est au chemin de la puissance : or ici le chemin vertical du poids  $P$ , c'est la verticale  $CL$ , celui de la puissance appliquée à la circonférence du Cylindre, sera égal à autant de fois la circonférence du Cylindre, que l'Hélice fait de tours sur le Cylindre, ce qui fait une longueur de chemin égale au côté  $BE$

du Triangle rectangle  $DBE$ ; ainsi si l'on nomme la force de la puissance  $F$ , on aura cette proportion  $BE . CL :: P . F$ .

### E X E M P L E.

Le diamètre du Cylindre ou de la Vis étant de 7 pouces, la hauteur verticale  $CL$  de 6 pieds ou 72 pouces, & que l'Hélice fasse douze tours, la circonférence du Cylindre sera de 22 pouces, ce qui donne pour les douze tours ou le chemin de la puissance 264 pouces; ainsi le poids  $P$  sera à la puissance  $F$  comme 264 à 72, ou comme 11 à 3. Si le poids  $P$  pèse 11 livres, la force de la puissance sera de 3 liv. mais si au moyen d'une manivelle ou autrement la puissance ou la force motrice décrit un Cercle dont le diamètre soit trois fois plus grand que celui du Cylindre, ou de 21 pouces, pendant que le poids  $P$  seroit de 11 livres, la force motrice seroit de 1 livre.

V. L'Hélice est une Courbe semblable dans toutes ses parties, c'est-à-dire, que chaque demi-tour des spires, comme  $AIC$ ,  $CR$ ,  $RS$ , sont égaux & semblables; il en seroit de même des tiers & des quarts de tours, & généralement de toutes les portions égales de cette Courbe. Mais lorsque la Vis est inclinée, si l'on rapporte tous les points des demi-tours, tels que  $AIC$  au plan de la section horizontale du Cylindre, laquelle section ou Ellipse nous représenterons par une seule ligne droite  $AD$ , afin de ne pas rendre la Figure trop confuse; si l'on rapporte, dis-je, tous les points des spires  $AIC$  au plan horizontal  $AD$ , on verra que chaque demi-tour de l'Hélice, comme  $AIC$ , a au dessous du plan horizontal un point le plus haut  $E$ , & un point le plus bas  $E$ , avec un point moyen  $I$ . Or pour parvenir à la connoissance de l'effet de la Vis pour élever de l'eau, il est important de déterminer ces trois points.

Fig. 2.

VI. Le point moyen  $I$  est un point d'inflexion très-aisé à déterminer; pour cet effet ayant nommé le diamètre  $AB$  de la base du Cylindre  $2r$ , la demi-circonférence  $AMB$ ,  $c$ , la coupée  $AP$ ,  $x$ , l'arc indéterminé  $AM$ ,  $s$ , l'ordonnée  $ME$

à l'Hélice  $y$ , & enfin la hauteur  $BC$  du demi-tour  $AIC$  des spires  $b$ . Puisqu'on peut regarder ce demi-tour  $AIC$  comme ayant été formé par l'hypothénuse d'un Triangle rectangle dont un des côtés seroit égal au demi-cercle  $AMB$ , & l'autre côté la ligne  $BC$ , on a cette proportion  $AMB, c :: BC, b :: AM, s :: ME, y$ ; d'où l'on tire  $s = \frac{cy}{b}$ , dont la différence est  $ds = \frac{cdy}{b}$ ; mais à cause du Cercle  $ds =$

$\frac{rds}{\sqrt{(2rs - ss)}}$ , ainsi  $\frac{rds}{\sqrt{(2rs - ss)}} = \frac{cdy}{b}$ ; enfin suivant la méthode de trouver les points d'inflexion, prenant les secondes différences, en supposant  $dx$  constante, on aura . . . . .  
 $\frac{brsdx^2 - brsdx^2}{c\sqrt{(2rs - ss)}} = ddy = 0$ , d'où l'on tirera  $x = r$ ; ce qui montre que le point d'inflexion  $I$  est au milieu des demi-tours des spires  $AIC$ .

VII. Pour trouver les points le plus haut & le plus bas  $E, E$ , ayant donné aux lignes les mêmes noms que ci-dessus, & de plus nommé les données  $BD, a, AD, f$ , on aura, comme à l'article précédent,  $\frac{bs}{c} = y$ , & les Triangles semblables  $ABD, APF$ , donneront  $AB, 2r :: BD, a :: AP, x :: PF, \frac{ax}{2r}$ . Donc  $EF = PE - PF = \frac{bs}{c} - \frac{ax}{2r}$ ; car comme on doit regarder que  $PM$  est perpendiculaire sur  $PE$ , il s'ensuit que  $ME$  est égale à  $PE$ , & qu'ainsi  $PE = \frac{bs}{c}$ . Les Triangles semblables  $ABD, EFG$ , donnent  $AD, f :: AB, 2r :: EF, -\frac{ax}{2r} + \frac{bs}{c} :: EG, -\frac{ax}{f} + \frac{2brs}{cf}$ . Cette valeur de  $EG$  doit être un plus grand, ainsi prenant la différence, on aura  $-\frac{ads}{f} + \frac{2brds}{cf}$  qu'il faut, suivant la méthode, égaler à zero. Mais à cause du Cercle, l'on a  $ds = \frac{rds}{\sqrt{(2rs - ss)}}$ ; substituant pour  $ds$  sa valeur, on aura  $-\frac{ads}{f} + \frac{2brds}{cf\sqrt{(2rs - ss)}} = 0$ ; divisant par  $\frac{ds}{f}$ , il vient

vient  $a = \frac{2brr}{c\sqrt{(2rs - xs)}}$ , d'où l'on tire enfin  $x = r \pm \frac{r}{ac} \sqrt{(aacc - 4bbrr)}$ . De ces deux valeurs de  $x$ , la première,  $AP$ ,  $x = r - \frac{r}{ac} \sqrt{(aacc - 4bbrr)}$ , détermine le point le plus haut  $E$ , & la seconde,  $AQ$ ,  $x = r + \frac{r}{ac} \sqrt{(aacc - 4bbrr)}$ , détermine le point le plus bas  $E$ .

Fig. 3.

VIII. Par le point le plus haut  $E$ , ayant mené le plan horizontal  $EO$ , ce plan coupera le demi-tour  $COR$  de l'Hélice au point  $O$ , & déterminera l'arc qui porte l'eau ou l'Arc hydrophore; car tous les points de cet arc étant au dessous des points  $E$  &  $O$ , & les deux points étant de niveau, l'eau y restera en équilibre. Pour trouver la grandeur de cet arc, & par conséquent la quantité d'eau portée par un arc hydrophore, le diametre du Tuyau qui forme la Vis, étant donné, il est évident qu'il ne s'agit que de déterminer le point  $O$ , ou l'extrémité de l'arc  $ECO$ , l'autre extrémité  $E$  ayant été trouvée par l'article précédent. Pour cet effet nous nommerons, comme ci-dessus, le diametre  $AB$  du Cylindre  $2r$ ; le demi-cercle  $AMB$  de sa base  $c$ ;  $BD$ ,  $a$ ;  $BC$ ,  $b$ ; l'indéterminée  $BQ$ ,  $z$ , & son arc  $BM$  ou  $BN$ ,  $s$ . De plus ayant trouvé par l'article précédent la valeur de  $AP$ ,  $x$ , & par conséquent de l'arc  $AMs$ , la ligne  $EF$  ou  $OR$  sera aussi connue, étant égale à  $\frac{bs}{c} - \frac{as}{2r}$ , je nomme cette ligne connue  $OR$ ,  $e$ . Cela posé, les Triangles semblables  $ABD$ ,  $AQR$ , donnent  $AB$ ,  $2r$ .  $BD$ ,  $a$  ::  $AQ$ ,  $2r - z$ .  $QR$   $\frac{2ar - az}{2r}$ , donc  $QO = \frac{2ar - az}{2r} + e$ . Par la propriété de la Vis ou Spirale, on a  $AMB$ ,  $c$ .  $BC$ ,  $b$  ::  $AMB$ ,  $c$ .  $BN$ ,  $c + s$ .  $NO = \frac{bc + bs}{c}$ . Mais  $QO$  &  $NO$  étant deux lignes perpendiculaires sur le plan de la base du Cylindre, & se terminant toutes deux au plan de l'Ellipse ou de la section du Cylindre coupé suivant  $EO$ , il s'ensuit que  $QO = NO$ , on aura donc cette Equation  $\frac{2ar - az}{2r} + e = \frac{bc + bs}{c}$  ou

Mem. 1736.

. Z

$\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c} + b - a - e = 0$ . Comme la résolution de cette Equation dépend de la rectification de l'arc  $s$ , on ne sçauroit substituer la valeur de  $s$  en  $z$  que par une suite infinie de  $z$  & de ces puissances, & l'Equation qui en résulteroit, deviendrait d'autant plus composée, ou d'un degré plus élevé, qu'on prendroit un plus grand nombre de termes de la suite, ce qui jetteroit dans un calcul très-long & très-pénible; c'est pourquoi il vaut beaucoup mieux se servir de la Table suivante.

Cette Table contient les valeurs des arcs  $BN, s$ , correspondantes à celles de  $BQz$  données en parties du diametre  $AB\ 2r$ , divisé en 200 parties. Cela posé, ayant trouvé par l'article précédent la valeur de  $e$ , on réduira  $+b - a - e$  en un seul nombre, que je nomme  $g$ , pour avoir  $\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c} - g = 0$ , ou  $\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c} = g$ . Enfin on prendra dans la Table, différentes valeurs de  $z$  & de l'arc correspondant  $s$  jusqu'à ce qu'on soit parvenu à celles qui rendront  $\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c}$  égale au nombre  $g$ , ou à peu de chose près.

Pour trouver à présent la longueur de l'Arc hydrophore  $ECO$ , en connoissant l'arc  $AM$  & l'arc  $BN$ , il faut observer que par la formation de l'Hélice (*art. 1.*) la longueur d'un de ces demi-tours  $AEC$  est égale à l'hypothénuse d'un Triangle rectangle dont  $AMB, c$ , &  $BC, b$ , sont les côtés, & qu'ainsi le demi-tour de spire  $AEC$  égale  $\sqrt{(cc + bb)}$ . Si l'on nomme à présent l'arc connu  $MBN, m$ , on fera cette proportion  $AMB, c. AEC \sqrt{(cc + bb)} :: MBN, m. ECO = \frac{m}{c} \sqrt{(cc + bb)}$ , pour la valeur de l'Arc qui porte l'eau, ou de l'Arc hydrophore qu'on cherche.

#### *Exemple du Calcul d'un Arc hydrophore.*

IX. Pour donner un exemple du calcul de la longueur de l'Arc hydrophore  $ECO$ , nous prendrons le diametre  $AB, 2r$ , de 200 parties, la hauteur  $BC$  des demi-spires,  $b$ ,



de 80 des mêmes parties,  $BD, a$ , de 100 parties, la demi-circonférence  $AMB$  sera de 314 parties : substituant ces valeurs dans  $x = r - \frac{r}{ac} \sqrt{aacc - 4bbrr}$ , on trouvera  $AP, x = 13 \frac{45}{100}$  des mêmes parties, & par le moyen de la Table que nous adjoûtons ici, on trouvera l'arc  $AM, s$ , de  $53 \frac{30}{100}$ . Substituant les valeurs de  $x$  &  $s$  dans  $\frac{bs}{c} - \frac{ax}{2r} = e$ , on trouvera la valeur de  $EF$  ou  $RO, e = 6 \frac{86}{100}$ .

Pour avoir à présent la valeur de  $BQ, z$ , & de l'arc  $BN, s$ , que nous avons nommé  $s$ , on substituera les valeurs de  $a, b, c, 2r$  &  $e$  dans l'Équation  $\frac{az}{2r} + \frac{bs}{c} = a - b + e$ , pour avoir  $z + \frac{805}{157} = \frac{5372}{100}$ , d'où l'on trouvera, au moyen de la Table suivante, la valeur, à très-peu de chose près, de  $BQ, z$ , de 21, & celle de l'arc  $BN, s$ , de 66.

Pour avoir à présent l'arc  $MBN$ , que nous avons nommé  $m$ , on aura l'arc entier  $AMB$ , en adjoûtant 314 avec 66, & retranchant de la somme 380, l'arc  $AM$  de  $53 \frac{30}{100}$ ; on aura l'arc  $MBN$ , ou  $m = 326 \frac{70}{100}$ . A l'égard de la longueur des demi-spires  $AEC = \sqrt{cc + bb}$ , on la trouvera de  $324 \frac{3}{100}$ . Enfin substituant ces valeurs dans  $\frac{m}{c} \sqrt{cc + bb}$ , on trouvera la longueur de l'Arc hydrophore  $ECO$  de  $337 \frac{13}{100}$ .

X. Le diamètre du cylindre de la Vis étant donné, avec celui du Tuyau qui forme la Vis ou Hélice, & la longueur de la Vis, trouver la quantité d'eau portée par les Arcs hydrophores, & la hauteur à laquelle l'eau est élevée.

Soit le diamètre  $AB$  de la Vis de 1 pied, celui du Tuyau tourné en Hélice, dans lequel l'eau est élevée de 3 pouces, & la longueur de la Vis de 30 pieds. Cela posé, pour avoir la longueur en pieds & pouces d'un Arc hydrophore, on dira comme les 200 parties du diamètre  $AB$  sont à 1 pied ou 12 pouces, ainsi les 337 parties  $\frac{13}{100}$  de l'Arc hydrophore seront à la longueur du même arc de 20 pouces  $\frac{2278}{10000}$ . Chaque Arc hydrophore portera donc un cylindre d'eau

180 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

de 3 pouc. de diametre sur 20 pouc.  $\frac{2278}{10000}$  de long. Voyons à présent combien sur la longueur donnée de la Vis de 30 pieds il peut y avoir d'Arcs hydrophores. Il est évident en premier lieu que chaque tour ou révolution de l'Hélice sur l'arbre de la Vis porte un Arc hydrophore; pour trouver donc ce nombre de tours, il faut observer que la hauteur  $BC$  d'un des demi-tours est dans notre exemple de 80 parties, ainsi la hauteur  $AS$  d'un tour entier sera de 160 parties, & pour trouver cette hauteur en pieds & pouces, on dira si 100 parties donnent 6 pouces, combien donneront 160, on trouvera la hauteur  $AS$  d'un tour de l'Hélice de 9 pouc.  $\frac{6}{10}$ , & divisant toute la longueur  $AX$  de 30 pieds par 9 pouc.  $\frac{6}{10}$ , le quotient donnera 37 pour le nombre de tours des spires, & par conséquent le nombre des Arcs hydrophores. Il est aisé de connoître à présent la quantité d'eau portée par tous les Arcs hydrophores, car il n'y a qu'à multiplier 37 par 20 pouc.  $\frac{2278}{10000}$  pour avoir 748  $\frac{4286}{10000}$ , mais nous pouvons ici abandonner la fraction, toute la quantité d'eau portée par les 37 Arcs hydrophores sera donc égale à un cylindre d'eau de 3 pouces de diametre sur 748 pouces de long, ou 62 pieds  $\frac{1}{3}$ . Mais un pied cylindrique est égal à un cylindre de 3 pouces de diametre sur 16 pieds de long; & comme le pied cylindrique d'eau pèse 55 livres, pour avoir le poids de toute l'eau portée par les Arcs hydrophores, on dira si 16 pieds donnent ou pèsent 55 livres, combien 62 pieds  $\frac{1}{3}$ ? On trouvera 214 livr.  $\frac{13}{48}$  pour le poids de l'eau portée par tous les Arcs hydrophores.

Il nous reste à déterminer, dans cet article, la hauteur perpendiculaire à laquelle la Vis, que nous avons prise pour exemple, élèveroit l'eau; ce qui est très-aisé, car les Triangles  $ADB$ ,  $BYZ$ , étant semblables, on dira: comme  $AD$ , 223 parties (étant l'hypothénuse du Triangle rectangle  $ABD$  dont on connoît le côté  $AB$  de 200 parties &  $BD$  de 100) est à  $AB$  de 200 parties, ainsi la longueur  $BY$  de la Vis de 30 pieds sera à la hauteur  $YZ$  de 26 pieds 10 pouces pour la hauteur à laquelle la Vis porteroit l'eau. Enfin si l'on veut

avoir l'angle que l'arbre ou axe de cette Vis feroit avec l'horison, on dira: comme  $BD$  de 100 est à  $BA$  de 200, ainsi le sinus total sera à la tangente de l'angle cherché, qu'on trouvera de 63 degrés 26 minutes.

*Calcul de la force pour faire tourner la Vis.*

XI. Dans l'exemple que nous avons pris, le poids de l'eau contenuë dans les 37 Arcs hydrophores étant de 214 livres  $\frac{13}{48}$ , pour trouver la force qu'il faudroit appliquer à la circonférence du Cylindre, on dira, suivant la regle que nous avons donnée, article 4: comme 37 fois la circonférence de la base du Cylindre ou de la Vis est à la hauteur verticale à laquelle l'eau est élevée, ainsi la force de la résistance ou le poids de 214 liv.  $\frac{13}{48}$ , est à celle de la puissance. Or dans notre exemple la Vis ayant un pied de diametre, sa circonférence est de 37 pouc.  $\frac{1}{2}$ , lesquels étant multipliés par 37, donnent 1395 pouc.  $\frac{1}{2}$ , & la hauteur perpendiculaire à laquelle l'eau est élevée, étant de 26 pieds 10 pouces ou de 322 pouc. on dira donc: comme 1395 pouc.  $\frac{1}{2}$ , sont à 322 pouces, ainsi le poids de 214 liv.  $\frac{13}{48}$ , sera au poids de 49 liv. 7 onces, pour la valeur de la force qu'il faudroit appliquer à la circonférence de la Vis pour la faire tourner. Mais si cette force de la puissance, au lieu d'être appliquée à la circonférence de la Vis, agit par une manivelle dont le rayon soit de 10 pouces, la force qu'il faudroit appliquer à la manivelle sera à celle de 49 liv. 7 onc. qu'on vient de trouver, comme 6 à 10; d'où l'on trouvera la force qu'il faudroit appliquer à la manivelle pour faire tourner la Vis de 29 livres 10 onces.

*Calcul de la quantité d'Eau que la Vis élèveroit dans un temps donné.*

XII. Pour déterminer la quantité d'eau que la Vis, que nous avons prise pour exemple, élèveroit dans un temps donné, il faut connoître la vitesse ou le chemin de la puissance. Prenons que la puissance fasse faire à la manivelle, & par conséquent à la Vis, un tour en 5 secondes; il est bien évident

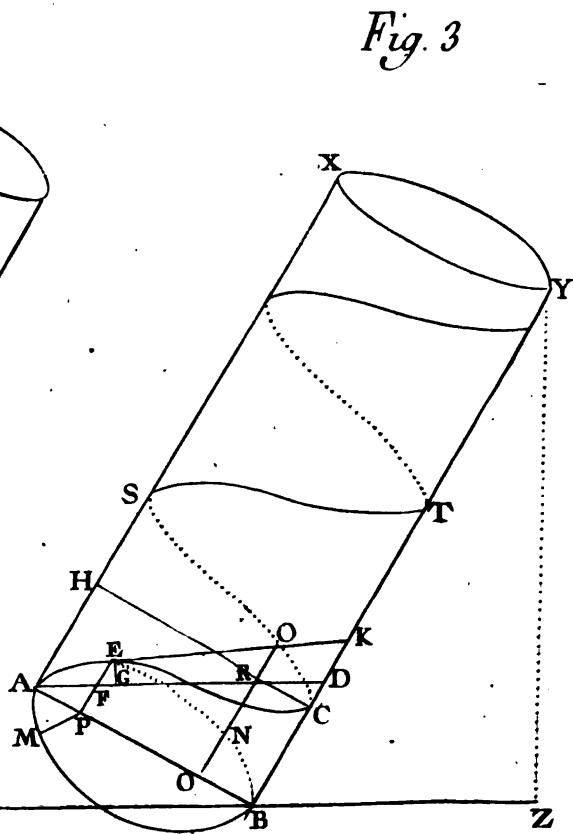
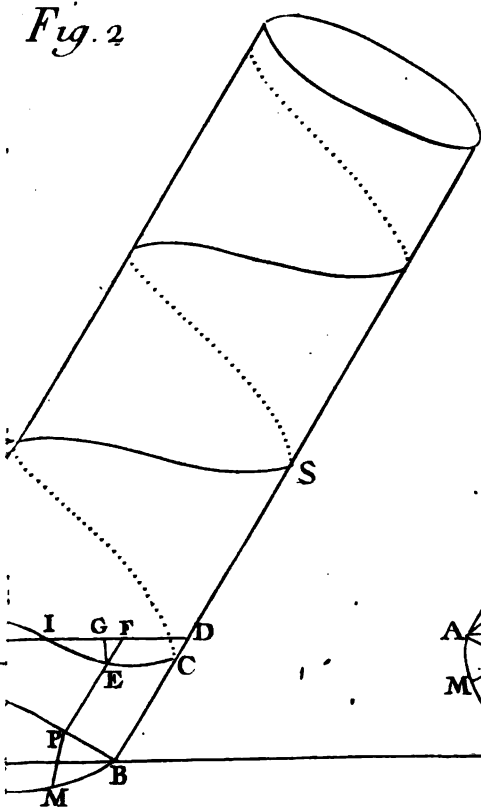
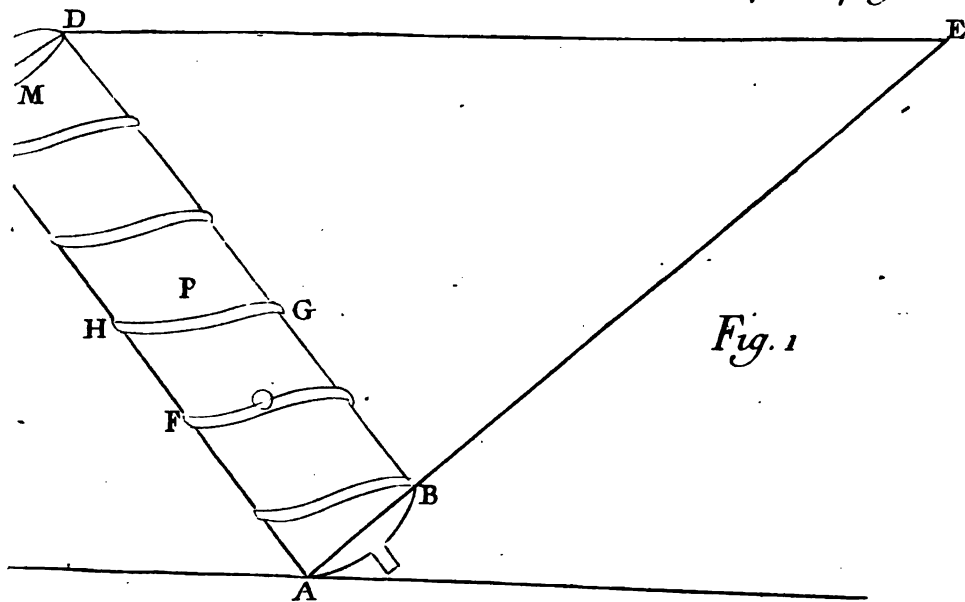
182 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

qu'à chaque tour la Vis dégorgera la quantité d'eau contenuë dans un arc hydrophore, & ainsi qu'en 37 tours elle dégorgera les 214 livres  $\frac{13}{8}$  d'eau contenuë dans 37 arcs hydrophores ; donc en 37 fois 5 secondes ou 185 secondes, la Vis élèvera 214 livres  $\frac{13}{8}$  d'eau, & pour avoir la quantité d'eau élevée par heure, on dira : si 185 secondes donnent 214 livr.  $\frac{13}{8}$ , combien donnera 1 heure ou 3600 secondes ? On trouvera, en achevant la regle, près de 4170 livres d'eau, & en un jour de 12 heures 50040 liv. qui font 89 muids  $\frac{5}{16}$  à raison de 560 livres le muid d'eau, le muid contenant 6 pieds cubes, & le pied cube d'eau pesant 70 livres.

La vîtesse que nous venons de prendre d'un tour de manivelle en 5 secondes est fort lente, on pourroit la doubler, & même la tripler, ce qui doubleroit ou tripleroit la quantité d'eau élevée par la Vis.

TABLE des Arcs correspondants aux parties du rayon divisé en 100 parties égales.

PARTIES DU RAYON Divisé en 100.	A R C S EN PARTIES DU RAYON.	A R C S EN DEGRES ET MINUTES.
Parties.	Parties. Fractions.	Degrés. Minutes.
1	14 ..... $\frac{14}{100}$	8 ..... 6
2	20	11 ..... 28
3	24 ..... $\frac{54}{100}$	14 ..... 4
4	28 ..... $\frac{35}{100}$	16 ..... 15
5	31 ..... $\frac{72}{100}$	18 ..... 11
6	34 ..... $\frac{77}{100}$	19 ..... 56
7	37 ..... $\frac{59}{100}$	21 ..... 33
8	40 ..... $\frac{24}{100}$	23 ..... 4
9	42 ..... $\frac{71}{100}$	24 ..... 29
10	45 ..... $\frac{6}{100}$	25 ..... 50





PARTIES DU RAYON Divisé en 100.	ARCS EN PARTIES DU RAYON.	ARCS EN DEGRÉS ET MINUTES.
<i>Parties.</i>	<i>Parties. Fractions.</i>	<i>Degrés. Minutes.</i>
11	47 ..... $\frac{30}{100}$	27 ..... 7
12	49 ..... $\frac{45}{100}$	28 ..... 21
13	51 ..... $\frac{52}{100}$	29 ..... 32
14	53 ..... $\frac{52}{100}$	30 ..... 41
15	55 ..... $\frac{44}{100}$	31 ..... 47
16	57 ..... $\frac{30}{100}$	32 ..... 51
17	59 ..... $\frac{16}{100}$	33 ..... 55
18	60 ..... $\frac{88}{100}$	34 ..... 54
19	62 ..... $\frac{62}{100}$	35 ..... 54
20	64 ..... $\frac{31}{100}$	36 ..... 52
21	65 ..... $\frac{94}{100}$	37 ..... 48
22	67 ..... $\frac{57}{100}$	38 ..... 44
23	69 ..... $\frac{17}{100}$	39 ..... 39
24	70 ..... $\frac{74}{100}$	40 ..... 33
25	72 ..... $\frac{73}{100}$	41 ..... 25
26	73 ..... $\frac{73}{100}$	42 ..... 16
27	75 ..... $\frac{21}{100}$	43 ..... 7
28	76 ..... $\frac{66}{100}$	43 ..... 57
29	78 ..... $\frac{16}{100}$	44 ..... 46
30	79 ..... $\frac{52}{100}$	45 ..... 35
31	80 ..... $\frac{90}{100}$	46 ..... 22
32	82 ..... $\frac{25}{100}$	47 ..... 9
33	83 ..... $\frac{62}{100}$	47 ..... 56



# O B S E R V A T I O N DE L'ECLIPSE TOTALE DE LUNE,

*Faite à Paris le 26 Mars 1736.*

Par M. CASSINI.

**L**E temps a été très-favorable pour l'observation de cette Eclipe, que j'ai faite avec une Lunette de 8 pieds, garnie de Réticules, & montée sur une Machine Parallactique.

A 10 <sup>h</sup> 21' 44"	commencement douteux.
22 44	commencement certain.
26 58	un doigt 5 minutes.
29 24	l'ombre à Aristarque.
30 24	Aristarque est entièrement dans l'ombre.
32 48	deux doigts 10 minutes.
36 44	l'ombre à Heraclides.
37 44	trois doigts 16 minutes.
38 24	l'ombre à Copernic.
39 44	Copernic est entièrement dans l'ombre.
39 44	l'ombre à Capuanus.
41 44	l'ombre à Helicon.
43 14	quatre doigts 22 minutes.
45 14	l'ombre à Pitatus.
47 54	l'ombre à Platon.
49 24	l'ombre à Tycho.
50 44	Tycho est entièrement dans l'ombre.
53 15	l'ombre à Manilius.
53 44	six doigts 34 minutes.
56 24	l'ombre à Menelaüs.
57 24	Menelaüs est entièrement dans l'ombre.
59 8	sept doigts 40 minutes.
59 25	l'ombre à Pline.

à 11<sup>h</sup>.



3	11 <sup>h</sup>	0'	37"	Plin est entièrement dans l'ombre.
		4	5	huit doigts 45 minutes.
		4	55	l'ombre au Promontoire aigu.
		9	25	neuf doigts 50 minutes.
		10	55	l'ombre à Proclus.
		14	15	dix doigts 55 minutes.
		16	15	l'ombre à l'extrémité de la Mer Caspienne.
		19	45	Immersion totale de la Lune dans l'ombre.

Pendant la durée de l'Eclipse totale on voyoit dans la Lune diverses nuances de clarté qui passoient successivement d'un bord à l'autre, comme on a coûtume de le voir en pareilles Observations. Elle n'éclaircit pas cependant assés les bords de la Lune pour pouvoir observer son passage par le Méridien, qui est arrivé presque dans le temps de son opposition véritable.

### *Le 27 Mars*

A	0 <sup>h</sup>	58'	15"	commencement de l'Emerfion douteux.
		58	45	commmencement certain.
R	2	46		Grimaldi est hors de l'ombre.
		3	46	dix doigts 55 minutes.
		9	16	neuf doigts 50 minutes.
		13	21	Helicon est sorti.
		14	53	huit doigts 45 minutes.
		17	6	Pitatus est sorti.
		17	52	le milieu de Platon est hors de l'ombre.
		18	36	Platon est entièrement sorti.
		20	48	sept doigts 40 minutes.
		23	16	Tycho commence à sortir.
		24	22	Tycho est entièrement sorti.
		25	52	fix doigts 34 minutes.
		30	16	Manilius est sorti.
		30	26	cinq doigts 28 minutes.
		32	51	Menelaus est sorti.
		34	47	quatre doigts 22 minutes.

*Mem. 1736.*

A 4

# 186 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

à 1<sup>h</sup> 35' 47" Pline commence à sortir.

36 27 Pline est entièrement sorti.

41 47 trois doigts 16 minutes.

42 37 le Promontoire aigu est sorti.

47 17 deux doigts 10 minutes.

50 36 la Mer des Crises est sortie.

51 47 un doigt 6 minutes.

56 17 fin douteuse.

56 47 fin certaine.

Suivant ces Observations la durée de l'Eclipse a été de 3<sup>h</sup> 34' 3", & celle de l'Immersion totale de 1<sup>d</sup> 39' 0".

Le milieu de l'Eclipse, tiré du commencement & de la fin de cette Eclipe, est arrivé à ..... 0<sup>h</sup> 9' 45"

Et on le trouve par l'Immersion & l'Emerision à 0 9 15

Celui qui résulte de toutes les phases est arrivé à 0 9 25.

## *Extrait des Observations de l'Eclipse totale de Lune du 26 Mars 1736, faites en divers lieux.*

*Comparées à celles qui ont été faites à Paris.*

L'Eclipse totale de Lune du 26 Mars 1736, a été observée en divers lieux, où on l'a vûë pendant toute la durée. Nous nous contenterons d'en rapporter ici les principales Phases, que nous avons comparées avec celles qui ont été faites à Paris.

### *A MONTPELLIER, par M. de Plantade.*

A 10<sup>h</sup> 29' 40" commencement à Montpellier.

10 22 44 à Paris.

---

6 56 Différence des Méridiens.

11 25 23 Immersion totale.

11 19 45 à Paris.

---

5 38 Différence.

à 1<sup>h</sup> 5' 0" Emerfion.

0 58 45 à Paris.

---

6 15 Différence.

2 1 10 fin de l'Eclipe.

1 56 47 à Paris.

---

4 23 Différence.*A MONTPELLIER, par M.<sup>rs</sup> de Guilleminet  
& d'Anyzy.*A 10<sup>h</sup> 28' 20" commencement à Montpellier.

10 22 44 à Paris.

---

5 36 Différence.

11 25 55 Immerfion totale.

11 19 45 à Paris.

---

6 10 Différence.

1 5 38 Emerfion.

0 58 45 à Paris.

---

6 53 Différence.

2 2 40 fin de l'Eclipe.

1 56 47 à Paris.

---

5 53 Différence.

En prenant un milieu entre les différences des Méridiens qui résultent de l'Immerfion & de l'Emerfion, qui font les Phafes que l'on distingue avec le plus d'évidence, on trouve cette différence, fuivant M. de Plantade, de ... 5' 56" $\frac{1}{2}$ . Et fuivant M.<sup>rs</sup> de Guilleminet & d'Anyzy, de 6' 29" $\frac{1}{2}$ .

Celle qui eft marquée dans la Connoiffance des Temps de 6' 10", eft moyenne entre ces différences.

*A BEZIERS, par M.<sup>rs</sup> Astier & de Guibal.*

Le commencement a été douteux.

A 11<sup>h</sup> 23' 39" Immersion à Béziers.

11 19 45 à Paris.

---

3 54 Différence.

1 2 58 Emerfion.

0 58 45 à Paris.

---

4 13 Différence.

2 1 18 fin.

1 56 47 à Paris.

---

4 31 Différence.

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immersion & de l'Emerfion, on aura la différence des Méridiens entre Béziers & Paris de..... 4' 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>.

Elle est marquée dans la Connoissance des Temps  
de ..... 3' 32".

*A TOULOUSE, par M. Garipuy.*

A 10<sup>h</sup> 20' 0" commencement à Toulouse.

10 22 44 à Paris.

---

2 44 Différence.

11 16 24 Immersion.

11 19 45 à Paris.

---

3 21 Différence.

0 53 5 Emerfion.

0 58 45 à Paris.

---

5 40 Différence.

À 1<sup>h</sup> 52' 0" fin de l'Eclipse.

1 56 47 à Paris.

---

4 47 Différence.

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immerfion & de l'Emerfion , on aura la différence des Méridiens entre Paris & Touloufe de ..... 4' 30"  $\frac{1}{2}$  plus grande de 50 fécondes que celle qui eft marquée dans la Connoiffance des Temps.

*A T O U L O N , par le P. du Chatelard, Jéfuite.*

A 10<sup>h</sup> 38' 8" commencement à Toulon.

10 22 44 à Paris.

---

15 24 Différence.

11 33 57 Immerfion.

11 19 45 à Paris.

---

14 12 Différence.

1 13 35 Emerfion.

0 58 45 à Paris.

---

14 50 Différence.

2 10 4 fin de l'Eclipse.

1 56 47 à Paris.

---

13 17 Différence.

Prenant un milieu entre les différences qui résultent de l'Immerfion & de l'Emerfion , on aura la différence des Méridiens entre Paris & Toulon de ..... 14' 31" plus grande feulement de 9 fécondes que celle qui eft marquée dans la Connoiffance des Temps.

180 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

*A LIEGE, par le P. Maire, Jésuite.*

Commencement douteux.

A 11<sup>h</sup> 32' 10" Immersion totale à Liège.

11 19 45 à Paris.

---

12 25 Différence.

13 11 29 Emerfion.

0 58 45 à Paris.

---

12 44 Différence.

Prenant un milieu entre les différences qui réfultent de l'Immersion & de l'Emerfion, on aura la différence des Méridiens entre Paris & Liège, de  $12^{\circ} 34^{\prime} \frac{1}{2}$  plus petite de 25 fécondes  $\frac{1}{2}$  que celle qui eft marquée dans la Connoiffance des Temps.

On voit par la comparaifon de ces Observations, que quoique les différences des Méridiens qui réfultent des différentes Phafes de cette Eclipe, s'éloignent les unes des autres affés confidérablement, cependant elles s'accordent à donner le milieu avec affés de précision.

**E X P E R I E N C E S**  
**SUR LES EFFETS DE DEUX LIQUIDES**  
*Dont les courants se croisent ou se rencontrent*  
*sous différents Angles.*

Par M. D U F A Y.

**M.** Varignon, dans un Traité intitulé *Nouvelles Conjectures sur la Pesanteur*, (chap. 1. n.° 16.) dit que deux liqueurs poussées en même temps par des tuyaux qui se croisent, & qui se communiquent à l'endroit de leur intersection, ne s'empêchent pas de couler, & dans le même ouvrage (chap. 4.) qui renferme des éclaircissements à plusieurs difficultés, il adjoute qu'il a fait les expériences suivantes.

9 Mai  
1736.

Il a entaillé deux chalumeaux, & ayant appliqué & soudé avec de la cire d'Espagne leurs entailles fort exactement l'une contre l'autre, il s'est trouvé deux canaux qui se communiquoient seulement à l'endroit de leur intersection ou de ces entailles ; il a pris ensuite dans sa bouche de la fumée de papier brûlé, & l'a soufflée par un de ces tuyaux pendant qu'une autre personne souffloit par l'autre de l'air pur, & ils n'ont apperçu la fumée sortir que par le tuyau par lequel souffloit M. Varignon. Il adjoute qu'ils recommencerent plusieurs fois cette expérience, & qu'elle réussit toujours de la même manière.

Sur ce que l'on lui peut objecter que la force avec laquelle souffloit l'autre personne, dispersoit peut-être tellement ce qu'il entraînoit de fumée par son tuyau qu'il la rendoit invisible, il confirme par une seconde expérience la vérité du fait qu'il vient d'avancer.

La personne avec qui il avoit fait la première expérience, prit dans sa bouche du vin rouge qu'elle poussa par un de ces tuyaux soudés encore en croix de S<sup>t</sup> André, comme on

vient de le dire, pendant que M. Varignon pouffoit de même avec la bouche, de l'eau par l'autre tuyau, les extrémités de ces tuyaux répondant chacune dans un verre, & ils n'apperçurent point que le vin & l'eau se fussent mêlés en aucune manière. C'étoit de gros vin, dont deux ou trois gouttes étoient capables de teindre tout un verre d'eau; cependant comparant cette eau avec un verre de celle qui étoit demeurée dans le vaisseau d'où on l'avoit prise, ils n'y purent jamais appercevoir la moindre différence, non plus que dans le vin comparé avec celui de la bouteille. M. Varignon conclut de-là que le vent, l'air & même les liqueurs le plus grossières peuvent bien se traverser sans se nuire, ou du moins sans se nuire que très-peu. Ce sont-là précisément les expériences de M. Varignon, & même je me suis presque tous jours servi de ses expressions.

Ces faits me parurent extrêmement singuliers, & je résolus de les vérifier. Je commençai par l'expérience des deux liqueurs, & je la fis d'abord assés grossièrement, & à peu-près de la manière que je viens de décrire; mais ayant vû que le vin & l'eau se mêloient un peu, & même qu'il arrivoit dans l'expérience répétée plusieurs fois, des variétés que j'attribuois à l'inégalité de la force avec laquelle les deux personnes souffloient l'une l'eau & l'autre le vin rouge, je me déterminai à faire l'expérience avec toute l'exactitude que je crus nécessaire.

Je fis faire deux entonnoirs contenant environ chacun deux pintes; je fis souder à chacun de ces entonnoirs un tuyau de quatre pieds de long. Ces deux tuyaux qui dans toute leur longueur étoient parallèles, faisoient un coude à leur extrémité l'un vers l'autre, & s'entrecoupoient en un point le plus exactement & le plus proprement que j'avois pû, ce qui n'est pas aussi facile dans l'exécution qu'on le pourroit imaginer d'abord; l'intersection se faisoit à angles droits, & les deux tuyaux étoient chacun prolongés d'un pouce au de-là de l'intersection. Je bouchai pour un moment les extrémités de ces deux tuyaux, & j'emplis l'un des deux entonnoirs,



entonnoirs, d'eau, & l'autre de vin rouge très-foncé.

Le tout ainsi préparé, je débouchai en même temps l'orifice des deux tuyaux, les liqueurs parurent d'abord un peu mêlées; mais un instant après l'eau coula d'un côté & le vin de l'autre, & sur la fin elles recommencerent à se mêler. Je crus d'abord que cette expérience étoit conforme à celle de M. Varignon, & que je m'étois trompé d'entonnoir lorsque j'avois mis le vin dans l'un & l'eau dans l'autre; mais ayant répété plusieurs fois l'expérience avec de nouvelles liqueurs, parce que les premières s'étoient un peu mêlées, je reconnus, à n'en pouvoir douter, qu'il arrivoit précisément le contraire de ce qui est rapporté par M. Varignon, en sorte que les liqueurs, loin de se pénétrer, se réfléchissoient l'une contre l'autre dans le point d'interfection des deux tuyaux, & que le vin sortoit par l'extrémité du tuyau qui répondoit à l'entonnoir dans lequel j'avois mis l'eau.

Je ne pouvois plus attribuer cet effet à l'inégalité de l'impulsion des deux liqueurs, puisqu'elles tomboient d'une égale hauteur; mais je n'étois pas encore content de mon expérience. Je pensois que l'interfection de mes tuyaux pouvoit n'être pas exacte, à cause de la difficulté qu'il y a à souder ensemble quatre bouts de tuyau taillés en onglet, sans que les bords intérieurs se dépassassent l'un l'autre, ce qui pouvoit altérer ou détourner la direction des fluides; d'ailleurs comme les liqueurs se mêloient nécessairement à l'endroit où les tuyaux se croisoient tandis qu'on emplissoit les entonnoirs; & que cela rendoit toujours l'expérience un peu confuse, je me déterminai à la recommencer avec plus d'appareil, & en apportant tous les soins que je croirois nécessaires.

Je fis faire une Machine de cuivre, telle qu'on la voit Figure 1<sup>re</sup>, elle étoit composée de quatre tuyaux qui étoient soudés à angles droits sur la pièce A. Cette pièce étoit percée dans son épaisseur de quatre trous qui répondoient aux orifices des quatre tuyaux, & portoit dans le milieu un plus grand trou pour recevoir le robinet B qui étoit percé de deux trous qui s'entrecoupoient à angles droits, & qui,

lorsque la clef du robinet étoit dans la boîte ou boisseau, répondoient vis-à-vis les orifices des quatre tuyaux. J'ajustai cette machine au moyen de deux tuyaux de cuir à l'extrémité des deux tuyaux perpendiculaires de mes entonnoirs. Ayant d'abord fermé les deux robinets supérieurs, afin que les liqueurs ne se mêlassent point, j'emplis d'eau l'un des entonnoirs, & l'autre de vin rouge; j'ouvris ensuite tous les robinets, & je tournai celui du milieu en sorte qu'il donnât un libre passage aux deux liqueurs; & il m'arriva la même chose que la première fois, c'est-à-dire, que le vin étant entré dans la machine par le tuyau *C*, en sortoit par l'ouverture *E*, & que l'eau qui entroit par *D*, en sortoit par *F*. Je répétai plusieurs fois la même expérience, & elle réussit toujours de la même manière.

Je me servis ensuite, au lieu de vin, d'eau colorée avec le bois de Brésil, ou avec de l'Orseille, & le succès fut absolument le même; en sorte que dans la suite je n'employai plus que de pareilles teintures, ce qui rendoit le moindre mélange avec l'eau encore plus facile à appercevoir.

Je ne me contentai pas d'avoir essayé l'interfection de deux tuyaux à angles droits, je voulus voir ce qui arriveroit en les faisant s'entrecouper sous différents angles; mais je m'y pris encore d'une autre manière pour rendre l'expérience plus facile, & en même temps pour voir de quelle manière se faisoit le choc & la réflexion des deux liqueurs dans le point d'interfection. Je fis faire un Instrument tel qu'on le voit Figure 2<sup>de</sup>. *AB* est une plaque de laiton de quatre lignes d'épaisseur, de deux pouces de long & d'un pouce & demi de large; aux quatre angles de cette plaque sont soudés quatre tuyaux d'environ deux pouces de long, & dans l'épaisseur de la plaque sont pratiquées deux rainures profondes qui s'entrecoupent dans la direction des tuyaux sous un angle de 50 degrés, ces rainures sont arrondies, & font l'effet d'une moitié de tuyau fendu suivant sa longueur; j'ai ensuite ajusté une glace de manière qu'elle pût s'appliquer sur ces rainures dans l'enfoncement *C*, *D*, qui avoit été pratiqué pour la

recevoir, & qui par ce moyen formoit de ces rainures deux tuyaux demi-ronds qui s'entrecoupoient ; j'assujettis cette glace avec de la cire, en sorte que les liqueurs pouvoient couler librement de part & d'autre, & que l'on pouvoit voir très-distinctement à travers la glace ce qui arriveroit au point d'intersection.

Je fis ensuite souder à l'extrémité inférieure des tuyaux de mes entonnoirs deux robinets *R*, *S*, & par le moyen des deux bouts de tuyaux de cuir *F* & *G*, je joignois les tuyaux de mes entonnoirs à la pièce que je viens de décrire de la manière & dans le sens que je voulois. J'ajouterais que pour plus de commodité, mes entonnoirs étoient joints par le haut l'un à l'autre avec une espece de charnière, afin que les tuyaux se pussent écarter ou rapprocher par le bas pour s'ajuster aux différentes pièces que je voulois y appliquer.

Le tout étant ainsi disposé, & la machine entière dans la situation où on la voit dans la Figure, je fermai le robinet *R*, & versai de l'eau dans l'entonnoir *P* ; ayant ensuite ouvert le robinet, l'eau sortit presque toute par le tuyau *V*, mais vers la fin, & lorsque la chute fut moins rapide, il en sortit à peu-près également par l'un & par l'autre, & la dernière ne sortit plus que par le tuyau *T*, parce qu'elle n'avoit pas assez de force pour le traverser, & se porter dans le tuyau *V*. Il n'y a rien dans cette expérience qu'on n'eût pû prévoir facilement en y faisant la moindre attention.

Je remis ensuite de l'eau commune dans le même entonnoir, & de la teinture d'Orseille très-foncée dans l'autre, ayant auparavant fermé les deux robinets ; je les ouvris ensuite tous deux ensemble, & je vis très-distinctement à travers la glace *C*, *D*, les deux liqueurs se rencontrer & se réfléchir l'une contre l'autre comme s'il y eût eu une cloison solide située perpendiculairement contre laquelle les deux liqueurs fussent venu frapper ; la liqueur rouge étoit alors dans l'entonnoir *Q*, & par conséquent sortoit par le tuyau *V*. Je répétais quatre fois l'expérience, & le succès fut toujours le même ; sur la fin de l'écoulement les liqueurs se mêloient

un peu, & j'avois soin de ne pas recueillir cette fin dans les mêmes vases, afin que les deux liqueurs demeurassent pures. Quoique je ne me fusse apperçû dans le cours de ces expériences d'aucun mélange entre les liqueurs, si ce n'étoit à la fin de l'écoulement, comme je viens de le dire, je trouvai que la liqueur rouge étoit très-sensiblement augmentée de quantité, & que l'eau avoit diminué d'autant, cela me fit examiner la chose de plus près, & en regardant avec attention ce qui se passoit à travers la glace, je vis un petit filet d'eau qui traversoit vers le bas la ligne de séparation des deux liqueurs, & qui passoit dans la partie inférieure de la rainure & du tuyau *Y, V*, à la sortie duquel elle se mêloit avec la liqueur rouge, ce que je n'avois pas remarqué d'abord, parce que cela n'affoiblissoit pas beaucoup la couleur de la liqueur rouge qui étoit très-foncée.

Je pensai que cela pouvoit venir de l'inégalité du diametre des tuyaux ou des robinets; & pour m'en éclaircir, je changeai mes deux liqueurs d'entonnoirs, je mis la rouge dans l'entonnoir *P*, & l'eau dans l'autre, je vis alors très-distinctement une partie de la liqueur rouge passer par le tuyau *V*, & colorer l'eau très-sensiblement. Je ne doutai plus que cela ne vînt de ce que le diametre intérieur du tuyau *G, Y*, étoit plus grand que celui de *F, Y*, & que par conséquent fournissant une plus grande quantité de liqueur, il y en avoit une partie qui étoit obligée de sortir par l'autre tuyau. Je démontai la pièce *A, B*, de la machine, & je trouvai la vérité du fait telle que je l'avois imaginée; je rendis avec assés de peine les quatre tuyaux égaux, & l'expérience réussit parfaitement bien.

Comme dans cette situation les deux courants de liqueurs se rencontroient sous un angle obtus de 130 degrés, je voulus voir ce qui arriveroit en les faisant rencontrer sous un angle aigu, je détachai la pièce *A, B*, des tuyaux de cuir, & la retournai d'un autre sens, en sorte que les deux tuyaux *T & G* étoient en haut, & attachés aux tuyaux de cuir, les liqueurs sortirent alors par *F* & par *V*, & précisément comme

elles avoient fait dans la première disposition de la machine, c'est-à-dire, en se réfléchissant l'une contre l'autre; mais dans cette dernière disposition, la séparation des deux liqueurs se fait d'une manière encore plus sensible, car la perpendiculaire est beaucoup plus longue, & néanmoins elle est parfaitement distincte. L'expérience dans tous ces cas réussit de la même manière, soit que l'on se serve de vin rouge, ou d'une forte teinture, de quelque espèce que ce soit. On voit par-là que deux courants de liqueurs qui se rencontrent, loin de se pénétrer, se réfléchissent l'un contre l'autre, soit que leur direction soit suivant un angle aigu, un angle droit, ou un angle obtus, ce qui est précisément le contraire de ce que rapporte M. Varignon, qui sans doute avoit été trompé en voyant les deux liqueurs couler séparément, & ne faisant pas assez d'attention par quel tube l'une & l'autre avoient été poussées d'abord, ou parce que ses chalumeaux ne s'entrecoupoient pas aussi exactement que la machine que je viens de décrire.

J'ai voulu voir ensuite ce qui arriveroit en prolongeant, pour ainsi dire, le point de contact des deux liqueurs, & pour cela j'ai construit une machine, telle qu'on la voit Figure 3<sup>me</sup>. Je l'ai représentée sous la forme de tuyaux pour en rendre l'intelligence plus facile, mais elle étoit réellement construite de même que la pièce de l'expérience précédente, c'est-à-dire, que c'étoit une rainure de la forme d'un tuyau fendu suivant sa longueur, qui étoit pratiquée dans une plaque de plomb, & la superficie de la rainure étoit couverte d'une glace qui en faisoit un tuyau continu, tel que le représente la Figure, & dans l'intérieur duquel il étoit facile de voir ce qui se passoit.

La machine étant ainsi construite & ajustée, j'attachai aux deux tuyaux de cuir qui étoient à l'extrémité inférieure des tuyaux des entonnoirs, les bouts *A* & *B* de cette dernière pièce, & ayant rempli les deux entonnoirs, l'un d'eau, & l'autre de vin rouge, & ouvert les robinets, ces deux courants de liqueur ne se mêlèrent pas au point d'intersection, & on les voyoit même encore séparés l'un de l'autre quelques

lignes au dessous, mais peu après ils se confondoient, & la liqueur qui couloit par les deux tuyaux *C* & *D*, étoit colorée, de façon même qu'il n'étoit pas possible de déterminer si elle étoit plus foncée d'un côté que de l'autre. J'ai répété plusieurs fois l'expérience, & elle a toujours réussi de la même manière. D'où l'on voit que lorsque par la prolongation du point de contiguité des deux liqueurs, on force les deux courants à se pénétrer l'un l'autre, ils se mêlent de façon qu'ils ne peuvent plus être séparés.

J'ai ensuite changé de situation la pièce que l'on voit Figure 3<sup>me</sup>, & j'ai attaché les tuyaux *A* & *C* aux tuyaux de cuir *F* & *G* de la Figure 2<sup>de</sup>, en sorte que le canal *I, K*, se trouvoit dans une situation horisontale. Ayant rempli à l'ordinaire les entonnoirs, & ouvert les robinets, les liqueurs se sont réfléchies l'une contre l'autre, comme dans la première expérience, & la liqueur colorée est sortie du côté de l'entonnoir dans lequel elle avoit été mise, ce qui est arrivé de même toutes les fois que j'ai recommencé l'expérience.

Quoique j'aye rapporté ce dernier fait avec beaucoup de simplicité, je n'ai pas laissé d'y observer quelques particularités qui méritent d'être remarquées. Comme nous avons déjà dit que le tuyau ou canal *I, K*, est dans une situation horisontale, pour peu que pendant l'écoulement des liqueurs il se trouve incliné d'un côté ou de l'autre, ce qu'il est très-difficile d'empêcher, parce qu'il est dans le cas d'un niveau d'eau dans lequel, comme l'on sçait, il n'est pas facile de faire tenir la bulle d'air au milieu; si, dis-je, il est tant soit peu incliné, cela allonge la hauteur perpendiculaire de l'une des deux colonnes de liqueur, cette colonne devient alors plus pesante que l'autre, & le point de concours des deux liqueurs qui se rencontrent en allant l'une vers l'autre dans une direction contraire, se trouve porté vers *K*, ou vers *I*, suivant que l'un ou l'autre se trouve plus bas par l'inclinaison que nous avons supposée dans le canal *I, K*, ce que l'on apperçoit facilement à travers la glace qui couvre & ferme ce canal; il résulte de ce transport du point de concours des

deux liqueurs vers un des angles, que les liqueurs se mêlent quelquefois un peu pendant leur écoulement, car en supposant la pièce dans une situation horisontale, telle qu'il est nécessaire pour l'expérience présente, si la liqueur colorée entre par le tuyau *A*, & que l'angle *K* soit plus bas que l'autre, la liqueur colorée viendra jusqu'en *K*, & ce ne sera que vers ce point que les liqueurs se rencontreront, il arrivera alors qu'une partie de la liqueur colorée passera par le tuyau *D*, & se mêlera à l'eau qui y coule, ce que l'on appercevra facilement, parce qu'elle donnera un peu de couleur à l'eau.

Si au contraire c'est l'angle *I* qui se trouve le plus bas, la liqueur colorée entrant toujours par le tuyau *A*, le contact des liqueurs se fera vers cet angle, & elles se mêleront pareillement un peu, mais on ne s'en appercevra pas, parce qu'il n'y aura qu'un peu d'eau qui passera dans la liqueur colorée, ce qui n'affoiblira pas sensiblement sa couleur, & que l'eau sortira toujours claire par le tuyau *D*; mais si l'on mesure la quantité de liqueur écoulée par les deux tuyaux, on verra qu'il en a passé davantage par le tuyau *B*, & en comparant la liqueur colorée qui en sera sortie, avec celle que l'on a mise dans l'entonnoir, on verra qu'elle étoit moins foncée en sortant.

Afin donc que cette expérience pût être faite dans la dernière exactitude, il faudroit que le canal *I, K*, fût dans un niveau parfait. On verroit alors le point de partage des deux liqueurs dans le milieu de la longueur de ce canal, elles ne se mêleroient en aucune façon, & il en sortiroit par chacun des tuyaux *B* & *D* précisément la même quantité qui auroit été mise dans les entonnoirs; je n'ai pas pris toutes les mesures nécessaires pour faire l'expérience avec cette exactitude, mais j'ai fait quelque chose d'équivalent, car pendant l'écoulement des liqueurs, j'inclinois successivement la machine d'un côté & de l'autre, en sorte que le point de partage passoit alternativement d'un angle à l'autre, & l'événement étoit alors tel que je viens de le rapporter; pendant ce passage du point d'attouchement des liqueurs d'un angle à l'autre de

la machine, on le voyoit parcourir différents points du canal *I, K*, & même en conduisant lentement le mouvement de la machine, on pouvoit l'arrêter dans ces différents points, & on voyoit les deux courants de liqueur qui venoient dans des directions opposées se réfléchir l'une contre l'autre, & retourner sur elles-mêmes au lieu de se mêler & de se pénétrer l'une l'autre. D'où il résulte que de quelque manière que deux courants de liqueur se rencontrent, soit en faisant un angle droit, obtus ou aigu, soit en coulant directement l'une vers l'autre, ils se réfléchissent toujours, & qu'on ne peut parvenir à faire mêler les liqueurs ensemble qu'en les faisant couler parallèlement l'une à l'autre pendant un certain espace, quoique dans ce cas-là même, le mélange ne se fasse qu'au bout de quelque temps, ce que l'on voit communément au confluent de deux Rivières, & entre autres à celui de la Seine & de la Marne, y ayant souvent l'une des deux rivières dont l'eau est sensiblement plus trouble que celle de l'autre, & qui ne parviennent à se mêler qu'après avoir coulé ensemble pendant un temps assés considérable.

Je n'ai pas rapporté dans ce Mémoire quelques légères différences que j'ai observées, lorsque je me suis servi de vin rouge au lieu d'eau colorée, parce qu'elles ne venoient que de ce que le vin n'étoit pas aussi pesant que l'eau, & que par conséquent il ne s'écouloit pas aussi promptement; mais elles ont été une des principales raisons qui m'ont déterminé à me servir par préférence de l'eau colorée, parce que la pesanteur de mes deux liqueurs étoit plus égale de cette manière que de toute autre. Je n'ai pas cru qu'il fût nécessaire de faire l'expérience avec des liqueurs de différente nature, comme avec l'eau & l'huile, avec le mercure, parce que les liqueurs les plus homogènes ne s'étant point mêlées ni pénétrées l'une l'autre, je ne pouvois attendre qu'un effet semblable des liqueurs hétérogènes, & qui ne se mêlent point ensemble de quelque moyen que l'on se serve pour y parvenir, ainsi je m'en suis tenu aux expériences que je viens de rapporter; cependant comme M. Varignon en rapporte quelques-unes  
sur



sur l'Air & la Fumée, j'ai voulu les essayer, & voici de quelle manière je m'y suis pris.

J'ai coudé deux tuyaux de verre d'un égal diametre, tels qu'on les voit Figure 4<sup>me</sup>; j'ai ensuite enlevé sur la meule l'angle saillant de ces deux tuyaux, & les ayant appliqués exactement l'un contre l'autre, j'ai couvert la jointure avec de bon ciment, ce qui formoit deux tuyaux qui se croisoient, & faisoient d'un côté un angle aigu & de l'autre un angle obtus; j'enveloppai le bout du tuyau *A* de cet instrument d'un morceau de papier formé en canal, & plus long que le tuyau de verre, je mis le feu à ce papier excédent, & l'ayant ensuite mis dans ma bouche, je soufflai fortement pour faire passer la fumée dans l'instrument, il en sortit par les trois autres tuyaux, mais plus abondamment par le tuyau *D* qui répondoit à celui par lequel je soufflois. Je répétai l'expérience, & tandis que je soufflois de la fumée par le tuyau *A*, une autre personne souffloit par le tuyau *B* de l'air pur; je n'aperçûs d'abord aucune fumée par les deux autres tuyaux, mais ayant recommencé plusieurs fois l'expérience, je vis tantôt sortir la fumée plus abondamment par le tuyau *C*, tantôt par le tuyau *D*, & le plus souvent par l'un & l'autre, ce que je reconnus très-clairement venir du plus ou du moins de force avec laquelle la fumée ou l'air simple étoit soufflé dans les tuyaux.

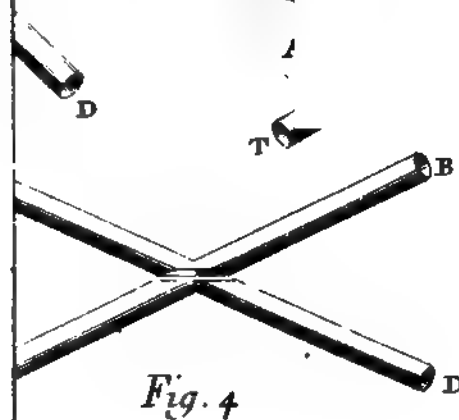
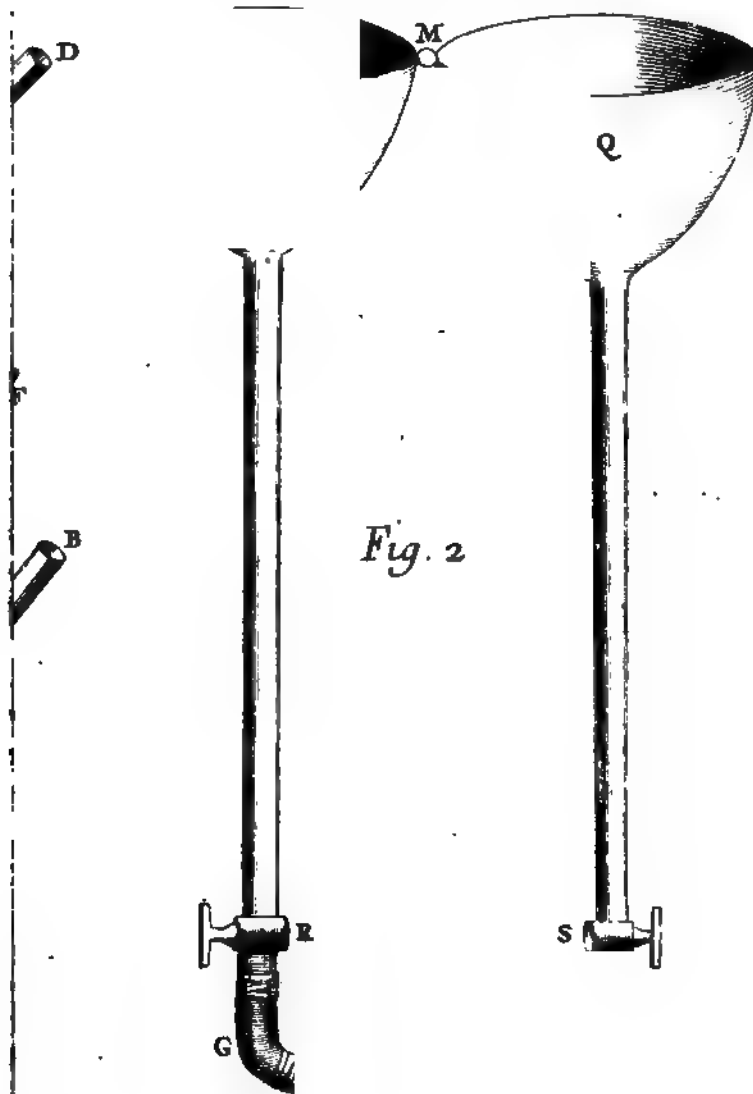
Je fis ensuite souffler l'air pur par le tuyau *C*, tandis que je continuois de souffler de la fumée par *A*, & il arriva les mêmes variétés dans les différentes expériences, & qui parurent toujours résulter de la force avec laquelle on souffloit dans les tuyaux; ce qu'il n'est pas possible, comme on le juge bien, de réduire à une mesure fixe, ni même d'évaluer, que très-grossièrement. Enfin j'ai fait souffler par le tuyau *D* qui répondoit directement à celui par lequel je faisois entrer la fumée, & je la vis toujours sortir à peu-près également par les bouts *B* & *C* de l'instrument.

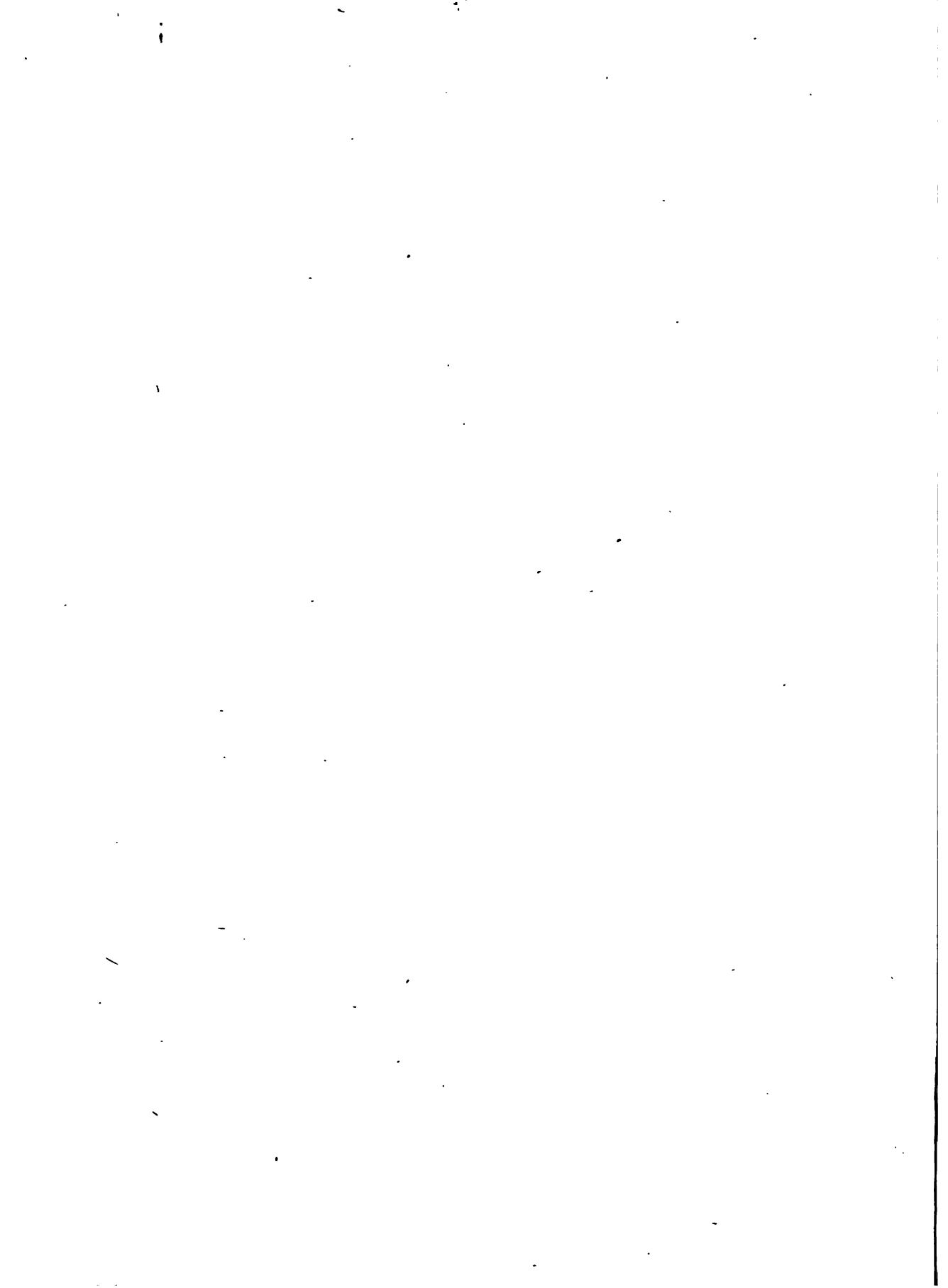
J'ai attaché au bout de mes tuyaux de cuir des ajutoirs d'un diametre égal, & conduisant avec les deux mains ces

deux especes de jets d'eau, l'un d'eau commune, & l'autre d'eau rougie, je les ai fait se rencontrer & se croiser sous différents angles; ils ne se sont point alors réfléchis exactement comme lorsque les liqueurs étoient contenues dans des tuyaux, mais il se faisoit une dispersion irrégulière, en sorte néanmoins que ces jets paroissent se pénétrer en plus grande quantité qu'ils ne se réfléchissoient, mais l'eau est tellement divisée dans cette expérience, qu'il est difficile de s'assurer de quel côté il en passe une plus grande quantité, de la blanche ou de la colorée.

On voit par tout ce qui est rapporté dans ce Mémoire, que les choses arrivent tout autrement que M. Varignon l'a décrit, ce qui vient sans doute de ce que l'instrument dont il s'est servi étoit trop imparfait pour qu'on en pût attendre l'exactitude nécessaire dans des expériences aussi délicates; l'interfection de ses chalumeaux ajustés avec de la cire, laissoit apparemment dans l'un ou l'autre, quelque inégalité qui dérangeoit le cours des liqueurs, & qui a pû l'induire en erreur. Quoi qu'il en soit, j'ai cru qu'un fait de cette nature, rapporté par un aussi habile homme que M. Varignon, demandoit à être examiné avec attention, & les autres expériences que cet examen m'a donné occasion de faire, m'ont paru assez curieuses pour mériter que j'en rendisse compte à l'Académie.







## DES PRECAUTIONS

*Que l'on doit prendre pour observer le plus exactement  
qu'il est possible,*

## LES HAUTEURS DES ÉTOILES.

Par M. CASSINI DE THURY.

**N**OUS avons fait le rapport à l'Académie des attentions qu'il faut avoir pour déterminer avec précision les distances sur le terrain, & il est aisé de se persuader que puisqu'on se sert pour l'ordinaire, dans ces sortes d'opérations, des mêmes instruments que ceux que l'on emploie pour observer les hauteurs des Étoiles, les remarques que l'on a faites dans ce premier Mémoire, pourront aussi être utiles dans la pratique des observations des Astres : cependant comme ces dernières demandent encore une plus grande précision, parce qu'une Seconde de degré dans le Ciel occupe sur la Terre un espace d'environ 16 Toises, j'ai cru devoir faire ici quelques réflexions sur les méthodes que l'on a employées jusqu'à présent, & sur la perfection que l'on pourroit y adjoûter tant de la part de l'instrument que de celui qui en fait usage.

2 Mai  
1736.

L'on emploie, pour prendre les hauteurs des Astres, deux sortes d'instruments, les uns fixes contre un mur, & les autres mobiles sur un pied portatif. On observe avec les premiers, les hauteurs des Astres, par le moyen d'une Lunette portée sur une Alidade, & disposée de la même manière que celle des instruments dont on se sert pour observer les Angles sur le terrain. A l'égard des seconds, on suspend à leur centre un cheveu avec un plomb pour marquer les divisions sur le limbe, après que l'on a placé l'Astre sur le fil horizontal d'une Lunette fixe qui répond à l'extrémité de la division, & qui est la seule dont on se serve dans ces sortes d'opérations. Pour

s'assurer que la hauteur soit exacte, il faut nécessairement que le cheveu marquant  $0^\circ$  sur la division, la Lunette soit dirigée exactement à l'horison, ce que l'on peut vérifier par différentes méthodes, celle que l'on y emploie ordinairement est par le renversement. Cette méthode est d'une extrême difficulté dans la pratique, lorsqu'on veut l'exécuter avec précision, c'est cependant de-là que dépend principalement l'exactitude de toutes les observations que l'on se propose de faire.

On commence d'abord par renverser l'instrument, en le faisant tourner perpendiculairement sur son axe, en sorte que la Lunette qui étoit au dessus, se trouve au dessous; on ôte le cheveu du centre, & l'ayant attaché avec de la cire sur le bord du limbe au commencement de la division, l'on fait en sorte, par le moyen des vis qui sont au pied de l'instrument, que le cheveu réponde exactement au centre sans être ni trop appuyé ni trop éloigné, ce que l'on appelle *calé*. On cherche un objet à l'horison qui réponde précisément au fil horizontal de la Lunette; s'il ne s'y en trouve pas de bien distinct, comme il arrive presque toujours, on dessine les objets qui se trouvent représentés par la Lunette tant au dessus qu'au dessous du fil horizontal pour remarquer l'endroit où il répond, ce qui ne se peut faire que par l'estime. On remet ensuite le Quart-de-cercle dans sa situation ordinaire, de manière que la Lunette se trouve précisément à la même hauteur sur le plancher que dans l'observation précédente, & ayant placé le cheveu au centre avec le plomb qui lui est suspendu, on dirige le fil horizontal de la Lunette au même endroit que l'on a estimé, & l'on en observe la hauteur. Si elle répond précisément à  $0^\circ$ , c'est une preuve que la Lunette est dirigée exactement à l'horison; s'il y a quelque différence, on en prend la moitié, qui marque la quantité dont l'instrument hausse ou baisse, qu'il faut ajouter à toutes les hauteurs lorsque le cheveu étoit au dessous de  $0^\circ$ , & retrancher au contraire lorsqu'il se trouve au dessus.

Lorsqu'on ne découvre point à l'horison d'objet assez distinct qui réponde au fil horizontal, ou auquel on puisse le

comparer pour reconnoître sa situation, on est obligé de faire une opération encore plus pénible.

L'instrument étant renversé, on dirige le fil horisontal de la Lunette à un objet distinct, le plus près qu'il est possible de l'horison, & l'on remarque l'endroit où répond le cheveu qui doit être de côté ou d'autre du centre. On mesure cette distance, & on avance ou on recule le cheveu qui étoit attaché sur le limbe, d'une quantité égale à celle qui a été mesurée; on examine ensuite si le cheveu répond au centre, & l'on répète cette opération en avançant ou reculant plus ou moins le cheveu, jusqu'à ce qu'il passe exactement par le centre. Dans cet état, on remarque sur le limbe le point de la division sur lequel le cheveu se trouve.

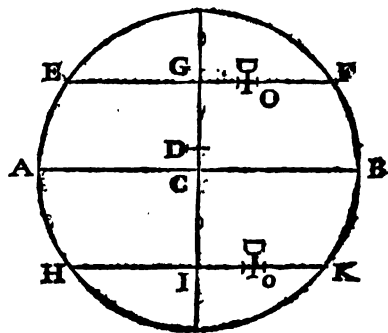
L'on remet ensuite l'instrument dans sa situation ordinaire, & ayant dirigé le fil horisontal de la Lunette au même objet, l'on observe le point de la division où répond le cheveu, ayant toujours attention que la Lunette soit toujours à la même hauteur sur le plancher. La différence entre la hauteur de cet objet, vû dans les deux situations différentes de la Lunette, étant partagée en deux également, donne la hauteur ou l'abaissement de cet objet à l'égard du point de l'horison, qui étant adjoint à la plus petite hauteur, donne le point de la division marqué par le cheveu perpendiculaire, lorsque le fil horisontal de la Lunette est dirigé exactement à l'horison. La différence à  $0^{\circ} 0' 0''$  marque la hauteur ou l'abaissement de l'instrument qu'il faut appliquer à toutes les hauteurs des Astres pour avoir la véritable.

Il est aisé de voir que cette dernière pratique ne se peut faire qu'avec une extrême difficulté, & pour ainsi dire en tâtonnant, ce qui doit nuire beaucoup à sa précision. La précédente est plus facile, mais, comme on l'a remarqué, il n'arrive que très-rarement de trouver un objet précisément sur le fil horisontal de la Lunette lorsque l'instrument est renversé, & l'estime que l'on fait de sa situation à l'égard des objets qui en sont proches, quelque attention que l'on ait

d'en faire le dessein avec exactitude, est aussi sujette à quelque erreur.

C'est ce qui m'a donné lieu d'imaginer une méthode de vérifier les instruments, qui est sujette à beaucoup moins d'inconvénients, & que l'on peut exécuter avec beaucoup plus de facilité & de précision.

Ayant prolongé la ligne qui passe par le centre & par le commencement de la division jusqu'à l'extrémité extérieure du limbe, on y pratiquera une petite fente pour y introduire un cheveu, laquelle soit exactement dans la direction du centre & du premier point de la division : on renversera ensuite l'instrument, & ayant placé le cheveu dans cette fente, on l'y arrêtera fixement, & on fera en sorte que ce cheveu, auquel il y aura un plomb suspendu, passe exactement par le centre. Dans cet état, on remarquera un objet distinct, tel que *O*, qui se trouvera au dessus ou au dessous du fil horizontal de la Lunette, à quelque distance que ce soit, pourvu qu'il soit dans l'ouverture de la Lunette, préférant cependant ceux qui sont les plus proches du fil horizontal, & l'on y dirigera le fil mobile *EF* du Micro-mètre, dont l'on marquera la distance *GC* à l'égard du fil immobile *AB* qu'on réduira en minutes & secondes, de même qu'on le pratique dans les observations ordinaires. L'on dressera ensuite l'instrument de manière



que la Lunette soit de la même hauteur que dans l'observation précédente, & ayant placé le cheveu au centre, l'on fera en sorte qu'il réponde exactement au commencement de la division. Dans cet état, on élèvera ou abaissera le fil mobile du Micro-mètre, comme en *HK*, jusqu'à ce qu'il soit dirigé exactement au même objet *O*, & l'on remarquera le nombre



des tours de vis du Micrometre & de ses divisions depuis  $EF$  jusqu'en  $HK$ , que l'on réduira en minutes & secondes, dont la moitié  $GD$  donnera la hauteur ou l'abaissement de cet objet à l'égard de l'horison. Si la moitié de cette distance est égale à celle que l'on a trouvée entre le fil mobile & le fil immobile, c'est une preuve que la Lunette est dirigée exactement à l'horison ; s'il y a quelque différence, on l'appliquera à toutes les hauteurs des Astres pour avoir leur hauteur véritable. Il est aisé de voir que cette opération s'exécute avec plus de facilité & même de précision que les précédentes, à la réserve du seul cas où, lorsque le cheveu répond au centre, l'on trouve un objet distinct & bien tranché précisément sur le fil horizontal, ce qui est extrêmement rare ; car il ne s'agit dans cette opération que de faire répondre le cheveu sur un point, ce qui est l'opération la plus facile à exécuter lorsqu'on prend des hauteurs, & en même temps où l'on se trompe le moins sur l'estime ; l'erreur du Micrometre n'y peut même influencer que fort peu, car il n'est pas nécessaire de sçavoir avec la dernière précision l'espace que le Micrometre occupe dans le Ciel, mais il suffit seulement de déterminer si la moitié de l'espace  $GI$  compris entre le fil mobile dirigé au même objet dans les deux situations différentes, est égale à la distance  $GC$  ou  $CI$  entre le fil mobile & l'immobile, auquel cas la Lunette de l'instrument est dirigée exactement à l'horison, ou s'il y a quelque différence, telle que  $CD$ , qui mesure la quantité dont l'instrument donne les hauteurs trop grandes ou trop petites.

Comme toutes les opérations que nous venons de rapporter, supposent que la Lunette de l'instrument soit toujours à la même élévation sur le plancher, on a fait construire dans les voyages précédents, un second canon plus court que le premier d'une quantité égale au double de la distance de la Lunette à l'axe de l'instrument, par le moyen duquel on met l'instrument dans sa situation ordinaire, de manière que la Lunette soit à la même hauteur que lorsqu'il étoit renversé. Cette dernière opération est beaucoup plus facile à exécuter

que celle que l'on pratiquoit ordinairement en élevant l'instrument sur une espece d'échauffaut, souvent peu stable, & très-difficile à construire dans les voyages, où l'on n'est pas toujours à portée d'avoir ses commodités, ce qui fait qu'on néglige souvent de vérifier son instrument, ce qui est cependant absolument nécessaire pour s'assurer de la précision de ses observations.

Les remarques que nous venons de faire, ne regardent que les Quarts-de-cercle dont les rayons n'excèdent pas trois ou quatre pieds. On employe cependant des instruments d'un bien plus grand rayon dans les observations où l'on a besoin d'avoir les hauteurs des Etoiles avec la dernière précision, mais comme ils seroient d'un transport très-difficile s'ils occupoient un Quart-de-cercle tout entier, on se contente de faire un Secteur d'un certain nombre de degrés pour pouvoir observer les distances des Etoiles au Zénit. On en voit de semblables décrits dans le Traité de la Mesure de la Terre, & dans celui qui est à la suite des Mémoires de l'Académie de 1718.

Celui qui est représenté dans le premier de ces Traités, a une Lunette de toute la longueur du rayon appuyée à l'une de ses extrémités sur le limbe, & à l'autre assés près du centre, de manière que l'on ne peut observer, en le contretournant, que des Etoiles fort près du Zénit; c'est par cette raison que M. Picard regardoit la vérification de cet instrument comme difficile, & ne pouvant pas toujours se pratiquer, parce qu'elle demande une Etoile si proche du Zénit, que lorsque l'instrument est contretourné, le plomb puisse tomber entre la Lunette & le point du limbe où il répondoit dans la première position, ce qui dans sa figure n'occupe qu'un très-petit espace. Pour remédier à ces inconvénients, l'on appliqua aux instruments qui sont décrits dans le Traité de la grandeur & de la figure de la Terre, une Lunette appuyée sur l'extrémité du limbe, & sur une barre de fer perpendiculaire au pied de l'instrument, de manière que cette Lunette fût dans une direction parallèle au rayon qui passe par le centre & le milieu du

du limbe, de sorte que l'on pouvoit observer par le renversement des Etoiles à une assez grande distance du Zénit, ce qui étoit absolument nécessaire, à cause de la différence de latitude entre les extrémités de la France qu'il falloit déterminer par cette méthode, mais on fut en même temps obligé de diminuer la longueur de la Lunette, qui ne passant pas par le centre, n'auroit pas eu toute la solidité requise, si elle avoit été de toute la longueur du rayon.

Il me semble qu'on peut remédier à la difficulté formée par M. Picard, & conserver en même temps à la Lunette toute sa longueur, en l'appliquant, non sur le limbe, mais derrière, dans la direction qui passe par le centre & le milieu du limbe, comme on l'a représenté p. 212. On pourra par ce moyen observer dans les deux sens différents, toutes les Etoiles dont la distance au Zénit n'excede point le nombre de degrés compris dans la division depuis le milieu du limbe jusqu'à l'une ou l'autre de ses extrémités. Chacune de ces opérations porte avec elle la vérification de l'instrument, comme on l'a amplement expliqué; au moyen du Micrometre appliqué à cette Lunette, on pourra déterminer les distances des Etoiles au Zénit avec encore plus de précision qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

Comme cet instrument n'occupe qu'un petit nombre de degrés, on ne peut pas, de même que dans les Quarts-de-cercle & Sextants ordinaires, déterminer sur le limbe même un Arc de  $60^{\circ}$  dont la corde soit précisément égale au rayon: pour y suppléer, on place l'instrument avec son limbe sur un plan horizontal où on l'arrête fixement, on dispose ensuite dans le même plan, des plaques de cuivre dont les extrémités comprennent avec ce limbe, un Arc de  $60^{\circ}$  que l'on divise ensuite en degrés à la manière ordinaire, ce qui n'est pas sans difficulté.

On pourroit, pour éviter tout cet appareil, diviser le rayon en huit parties égales, dont l'on porteroit une sur le limbe, chacune de ces divisions se sousdiviseroit ensuite en autant de parties égales que l'on voudroit; ce que l'on sçait pouvoir

s'exécuter avec beaucoup plus de précision que lorsque l'on divise une étendue en parties inégales : on dresseroit ensuite une Table où seroient marqués les degrés, minutes & secondes qui répondent à ces divisions égales, auxquels on auroit recours dans chaque observation.

Le rayon du Secteur étant, par exemple, de huit pieds, on prendroit la mesure exacte d'un pied, que l'on porteroit sur l'arc du limbe ; cette corde comprend 12500 parties, dont le rayon est 100000, ce qui est assés exactement la corde de  $7^{\circ} 10'$ , puisqu'elle n'en diffère que de la 24<sup>me</sup> partie d'une seconde, qui n'occupe sur le limbe qu'environ la 4000<sup>me</sup> partie d'une ligne, ce qui est absolument insensible. Comme cette quantité de degrés est divisible par 43' sans aucun reste, on pourroit décrire sur le limbe un autre arc de cercle concentrique au premier, qui seroit terminé par deux rayons tirés du centre aux extrémités de la division. Cet arc comprendroit exactement  $7^{\circ} 10'$ , qu'on diviseroit ensuite en 43 parties inégales, chacune de  $10'$ , on auroit par ce moyen sur le même limbe deux sortes de divisions, l'une en parties du rayon, & l'autre en degrés, qui se vériferoient l'une l'autre, & dont la première seroit cependant préférable à la seconde pour les raisons que nous avons rapportées ci-dessus.

On remarquera ici que la corde de  $7^{\circ} 10'$ , qui se trouve égale à la 8<sup>me</sup> partie du rayon, peut aussi servir dans les autres instruments pour vérifier s'ils sont exactement divisés dans toutes leurs parties.

On pourroit aussi pratiquer avec succès cette division en parties égales dans tous les Quarts-de-cercle, même de deux ou trois pieds de rayon, sans cependant négliger celle que l'on fait en degrés & minutes par les méthodes ordinaires. Il suffiroit pour cela de décrire du centre du Quart-de-cercle sur le limbe, un arc concentrique à ceux des autres divisions, sur lequel on porteroit le rayon qui mesure la corde de  $60^{\circ}$ . On diviseroit ensuite cet arc en deux parties égales, & chaque partie par la moitié autant de fois qu'on le jugeroit à

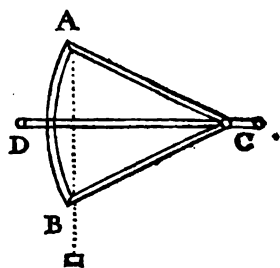
propos, ayant attention qu'il n'y eût aucune confusion : cette division seroit plus exacte qu'aucune de celles que l'on pratique ordinairement, au sentiment des plus habiles ouvriers qui ont été consultés là-dessus, & la réduction de ces parties en degrés & minutes ne seroit pas plus difficile que celle des observations où l'on employe les Micrometres.

Si l'on veut se contenter des divisions ordinaires, on pourra, pour les executer avec plus de précision & de facilité, y employer un Compas à verge garni d'un Micrometre à une extrémité. On placera une des pointes du Compas fixe sur un degré, & l'on calculera la corde qui répond à chaque degré & minute en parties du Micrometre, par le moyen desquelles on marquera les différents degrés, & on les sous-divisera en autant de parties que l'on voudra, sans qu'il puisse s'y glisser les erreurs qu'il est difficile d'éviter dans les petites sousdivisions.

Après les réflexions que nous venons de faire sur les moyens de rendre les instruments plus parfaits, sur-tout ceux qui ont un plus grand rayon, il ne sera pas inutile de faire quelques remarques sur les attentions que l'on doit avoir pour rendre les observations les plus exactes qu'il sera possible. Dans les instruments ou Secteurs que l'on employe pour observer les distances des Etoiles au Zénit, il faut qu'un des fils de la Lunette qu'on leur applique, soit exactement dans une situation horizontale, c'est-à-dire, que lorsque le limbe de l'instrument est dans le plan du Méridien, un des fils de la Lunette supposée dans une situation perpendiculaire, soit dans la direction d'un vertical qui passe par les points de l'Orient & de l'Occident, autrement une Etoile paroîtroit à son passage par le Méridien couper ce fil obliquement, ce qui causeroit quelque erreur dans la hauteur de l'Etoile observée, qui ne seroit la véritable que dans l'instant de son passage par le Méridien.

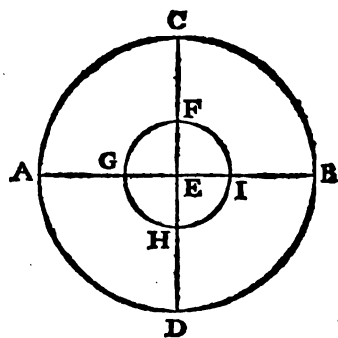
Pour s'assurer de la position de ce fil, il faut baisser l'instrument jusqu'à ce que la Lunette soit dans une situation horizontale, comme elle est ici représentée. On attachera au

haut du limbe en *A*, avec de la cire ou autrement, un cheveu avec un plomb qui lui sera suspendu, & l'on fera en sorte que ce cheveu qui passe vers *B* soit calé exactement sur le limbe. Dans cet état, on dirigera la Lunette *DC* à un objet parfaitement horisontal, & qui soit en même temps dans une direction perpendiculaire au rayon qui va de l'œil à cet objet ; au cas qu'il ne s'en trouve pas, il sera nécessaire d'en faire placer un exprès à une distance convenable auquel on puisse se diriger, & on y ajustera le fil horisontal jusqu'à ce qu'il soit précisément dans cette direction.



On a remarqué dans le Traité de la grandeur de la Terre, qu'une Étoile qu'on observe entre le Zénit & le point de l'horison vers le Midi, doit paroître à son passage par le Méridien moins élevée sur l'horison qu'avant & après. Cette différence de hauteurs doit augmenter à mesure qu'on approche du Pole, & elle pourroit être telle qu'une Étoile paroîtroit au Zénit, quoiqu'elle en fût éloignée de toute sa distance au Pole ; car soit *ACBD*

l'ouverture de la Lunette dirigée au Zénit, dont le centre répond précisément au Pole en *E*, & dont le fil vertical *CD* soit dans la direction du Méridien, une Étoile placée en *F*, par exemple, à la distance *FE* du Pole, paroîttra à son passage par le Méridien, élevée sur l'horison d'une quantité égale à  $90^\circ$  moins l'arc



*EF*, au lieu que lorsqu'elle sera parvenue en *G* ou en *I* sur le fil horisontal *GI*, elle paroîttra répondre au Zénit, où sa hauteur observée sera de  $90^\circ$ . Il n'en est pas de même des Étoiles qui passent près du Zénit sous l'Equateur, car comme elles décrivent par leurs révolutions un grand Cercle ou un

Parallèle qui en diffère peu, les Étoiles doivent suivre dans leur cours le fil horizontal *AB*, sans s'en écarter avant & après leur passage par le Méridien, ce qui rend ces sortes d'observations plus faciles à exécuter.

Il sera donc nécessaire, sur-tout dans les Pays du Nord, de prendre des hauteurs correspondantes des Étoiles fixes, dont on a dessein d'observer la distance au Zénit pour avoir l'heure exacte de leur passage par le Méridien, auquel temps on aura soin de placer l'Étoile sur le fil horizontal pour avoir sa hauteur véritable. On préférera aussi pour ces sortes d'observations les Étoiles qui peuvent s'apercevoir de jour, & qui étant dépouillées d'une partie de leurs lumières, se peuvent placer avec plus de précision sur les fils de la Lunette que pendant la nuit, où elles paroissent avoir un mouvement de trépidation.

Il nous reste à faire quelques réflexions sur les instruments que l'on scelle ou arrête fixement contre un mur. Ces instruments sont très-utiles pour observer la hauteur du Soleil & des Étoiles par le Méridien, & l'heure de leur passage pour régler les Pendules; & ils ont cet avantage, que comme on en peut construire de fort grands, on apperçoit même dans le jour presque toutes les Planètes, & un assez grand nombre d'Étoiles fixes. Il faut d'ailleurs convenir qu'il n'y en a aucun dont l'usage soit plus facile après qu'on l'a placé exactement sur le Méridien, & qu'on s'est assuré que la Lunette étant dirigée à l'horison, elle répond exactement au commencement de la division, c'est ce que l'on exécutera en cette manière.

Après avoir placé la Lunette mobile de manière que l'alidade qui marque les divisions, réponde exactement au commencement de cette division, on l'arrêtera fixe dans cette situation, on renversera ensuite ce Quart-de-cercle, & lorsqu'il n'a point de pied, on l'appuyera sur une table ou des tréteaux disposés de sorte que l'instrument étant redressé, on puisse poser la Lunette horizontale à la même hauteur sur le plancher. Dans cet état, on suspendra un plomb à la partie

supérieure du limbe vers l'extrémité de la division, & l'on fera en sorte que le cheveu réponde exactement au centre : on dirigera ensuite le fil du Micrometre à un objet distinct, au cas qu'il ne s'en trouve pas précisément sur le fil horizontal fixe de la Lunette, & on fera la même opération que l'on a prescrite pour les Quarts-de-cercle, afin de reconnoître la quantité dont il hausse ou baisse, que l'on pourra rectifier sur le Quart-de-cercle, & dont l'on tiendra compte. Cet instrument étant ainsi réglé, on le placera contre le mur sur les supports qui y sont scellés, mais non pas à demeure, de manière que la Lunette soit la plus horizontale qui soit possible, & on le dirigera exactement sur le plan du Méridien par le moyen des vis & des écrous que l'on a pratiqués à ces supports. On placera ensuite un cheveu au centre de l'instrument avec un plomb qui lui est suspendu, & l'on remarquera si ce cheveu répond au point de  $90^{\circ}$  de la division ; s'il y a quelque différence, on en tiendra compte dans toutes les observations pour avoir la hauteur des Etoiles au dessus de l'horison, ou bien on haussera ou baissera le Quart-de-cercle jusqu'à ce que le cheveu tombe exactement sur  $90^{\circ}$ , pour quel effet il sera nécessaire de désceller les supports jusqu'à ce que le Quart-de-cercle soit dans la position requise, après quoi on les scellera à demeure, ce qui s'est exécuté avec aisés de facilité dans celui que nous avons placé dans le Cabinet de la Tour orientale de l'Observatoire.

L'instrument étant en cet état, on dirigera la Lunette à un point de l'horison sensible, & l'on en observera la hauteur apparente, pour pouvoir connoître si dans la suite il n'y arrive pas de dérangement.

On remarquera en même temps le point de l'horison où répond le fil vertical, pour s'assurer s'il conserve exactement sa direction.

Ces précautions sont absolument nécessaires pour la vérification des instruments scellés fixement contre un mur, quelque solide qu'il paroisse. Celui qui est dans la Tour supérieure occidentale de l'Observatoire, se trouvant présentement



Écarté du Méridien, de 44 à 45" de temps, & celui que l'on a placé en dernier lieu dans le Cabinet de la Tour orientale inférieure, ayant baissé de 20 à 25" de degré dans l'espace de trois mois, quoiqu'il soit appuyé contre un mur ancien qui a beaucoup d'épaisseur.

## *SUR LA BASE DU SEL MARIN.*

Par M. DU HAMEL.

**O**N compte en Chimie bien connoître un Mixte, quand on est parvenu à séparer les différents matériaux dont il est composé, & quand après les avoir examinés chacun en particulier pour en bien connoître la nature, on sçait ensuite les réunir de telle sorte, qu'ils recomposent de nouveau un corps semblable à celui qu'on avoit, pour ainsi dire, anatomisé.

10 Janvier  
1737.

C'est pour cette raison qu'on peut dire que l'Alun, le Nitre, le Vitriol, &c. sont des Sels bien connus, parce qu'après avoir découvert par la décomposition, les matières dont ils sont composés, on sçait, comme disent les Chimistes, régénérer les Sels, en réunissant ces mêmes matières qui forment après cette réunion un tout semblable à celui qu'on avoit décomposé.

On distille, par exemple, l'acide de l'Alun, même sans addition, & par ses propriétés il se fait connoître pour l'acide vitriolique. Par le secours d'un Sel alkali, on précipite la base de l'Alun, ce qui met à portée de reconnoître qu'elle est une terre alkaline. C'est donc ainsi qu'on parvient, par la décomposition de l'Alun, à sçavoir que c'est un Sel neutre composé de l'acide vitriolique uni à une terre alkaline. Cette preuve est certainement assez forte, mais elle devient complète, quand en versant de l'Huile de Vitriol sur certaines terres, on parvient, après un certain temps, à composer de l'Alun; sur quoi on peut voir les Mémoires que M. Geoffroy a donnés dans les années 1724 & 1728.

Je pourrois rapporter plusieurs autres exemples de Sels qu'on regarde comme aussi parfaitement connus, parce qu'on sçait pareillement les composer & les décomposer. Mais il n'en est pas de même du Sel Marin, quelque commun qu'il soit, malgré les grands usages qu'on en fait pour les Aliments, pour les Arts, pour les Médicaments & dans les opérations de Chimie; malgré toutes les tortures que lui ont fait souffrir les Alchimistes, on n'est pas encore parvenu à une aussi parfaite connoissance de la composition de ce Sel.

On vient bien à bout, avec le secours d'un intermede, d'avoir son acide; on parvient bien en même temps à substituer dans la base du Sel marin l'acide du Vitriol ou celui du Nitre au propre acide du Sel marin, ce qui produit différents Sels moyens, mais je ne sçache pas qu'on ait encore pû avoir la base du Sel marin seule, & exempte de toutes sortes d'acides.

J'avançai cependant l'année dernière, en lisant un Mémoire sur le Sel Ammoniac, que je croyois que la base du Sel marin étoit saline; ce qui me le faisoit penser, c'est que cette base ne se peut précipiter par les Sels alkalis, comme cela arriveroit vrai-semblablement si elle étoit terreuse, & comme on le voit arriver à la base de l'Alun qui est de cette nature.

Il est vrai que si l'on verse de l'Huile de Tartre par défaillance sur une solution de Sel de gabelle, il se précipite une terre blanche, mais je crois être en droit d'assurer que cette terre n'est pas essentielle au Sel marin, & qu'elle ne fait pas partie de sa base, 1.<sup>o</sup> Parce qu'avec cette terre & l'Esprit de Sel on ne régénere pas un Sel marin. 2.<sup>o</sup> Parce qu'elle est en trop petite quantité. 3.<sup>o</sup> Parce que quand on a précipité cette terre, on peut, en évaporant la solution d'où elle a été soustraite, en retirer encore un beau Sel marin. Enfin, parce que ce Sel marin qu'on a retiré après la première précipitation, ne précipite plus quand on le dissout de nouveau dans l'eau distillée, quoiqu'on y adjoûte de l'Huile de Tartre.

M. Grosse me fit remarquer il y a quelque temps (à l'occasion du Sel de Glauber que M. Boulduc a retiré du Sel d'Epsom)

d'Epſom) que tant ce Sel de Glauber que celui qu'on fait à la manière ordinaire, tous précipitent une terre blanche quand on verſe ſur leur ſolution de l'Huile de Tartre par déſaillance. Quoiqu'on ait eu la précaution d'employer de l'Eau diſtillée pour diſſoudre l'un & l'autre Sel de Glauber; il y a cependant cette différence, que le Sel de Glauber qu'on retire du Sel d'Epſom fournit un précipité bien plus abondant que le Sel de Glauber fait à la manière ordinaire.

Comme le Sel de Glauber a pour baſe celle du Sel marin, il ſemble d'abord que ce précipité doit être une portion de la baſe du Sel marin, mais on ſent bien que je ſuis en droit de faire ici une application exacte de ce que je viens de dire au ſujet du précipité que fournit le Sel de gabelle; & pour faire appercevoir que la reſſemblance eſt entière, il me ſuffira de faire remarquer que quand on a précipité cette terre, la ſolution fournit encore un beau Sel de Glauber, qui étant de nouveau diſſout dans de l'Eau diſtillée, ne précipite plus quoiqu'on y adjoûte de l'Huile de Tartre. Cette terre ſemble mériter un examen particulier, mais ſi-tôt qu'elle n'eſt pas une partie eſſentielle à la baſe du Sel marin, la recherche qu'on pourroit faire à ſon ſujet ſeroit étrangere à ce Mémoire; ainſi, ſans m'arrêter à en faire un examen particulier, je me contenterai de l'attribuer à une portion terreuſe qui a été attaquée par l'acide du Sel marin, & qui eſt reſté engagée entre les molécules de ce Sel, comme une portion de la terre qu'on emploie pour raffiner la Crème de Tartre de Montpellier, reſte engagée entre les molécules de ce Sel. J'adjoûterai cependant que je crois cette terre de la nature de la Craye ou de la Chaux, parce qu'ayant un jour fait ce précipité dans un verre, je remarquai qu'au bout d'un temps il nageoit à la ſurface de la liqueur des houpes de criſtaux brillants & pierreux, inſipides, ſemblables à ceux qui ſe forment avec l'acide vitriolique & l'eau de Chaux.

Quoi qu'il en ſoit, les raiſons que j'avois alléguées pour prouver que la baſe du Sel marin étoit ſaline, ne parurent pas à l'Académie être ſuffiſantes pour qu'il me fût permis de

décider sur la base de ce Sel, d'autant que plusieurs Chimistes ont pensé que cette base étoit terreuse, c'est ce qui m'a fait entreprendre de démontrer positivement & incontestablement la nature de cette base.

Cependant avant que de rapporter mes expériences, je ferai remarquer que l'analogie étoit en ma faveur, quand j'ai avancé que la base du Sel marin étoit saline, puisque la base du Sel marin produit avec les différents acides, les mêmes effets que des Sels alkalis que nous connoissons. Le Sel de Soude, par exemple, le Natrum & une portion du Borax forment avec l'acide vitriolique un Sel de Glauber; avec l'acide de Nitre, un Nitre quadrangulaire; avec l'acide du Sel marin, un Sel cubique très-semblable à celui de gabelle, & la base du Sel marin en fait tout autant. Une telle conformité dans les produits n'engage-t-elle pas à en admettre entre les matières qui les donnent? Mais pendant que nous sommes occupés à examiner cette matière, il la faut mettre dans tout son jour, c'est ce que j'espère des expériences qu'on trouvera dans la suite de ce Mémoire, par lesquelles je suis parvenu à avoir la base du Sel marin toute seule, & dégagée des acides qui pourroient nous la déguiser, & nous empêcher de la bien connoître.

Le feu le plus violent ne peut enlever les acides minéraux, quand ils sont une fois intimement joints à un Sel alkali fixe; c'est une proposition si généralement vraie, qu'on la peut regarder comme un axiôme de Chimie. Qu'on expose au feu le plus violent le Nitre, le Tarte vitriolé, le Sel de Glauber & le Sel marin, on n'en retirera pas le moindre vestige d'acide.

Je dis quand ces acides sont intimement unis à un Sel alkali fixe, afin qu'on ne m'objecte pas, que M. Grosse a retiré sans addition d'aucun intermède un Esprit de Sel marin, d'un Sel qu'il avoit eu des eaux-mères dont il avoit retiné auparavant le Sel marin & le Sel de Glauber, car il est probable que cet Esprit de Sel étoit plutôt engagé dans une substance bitumineuse & terreuse, que dans la vraie base,

1.<sup>o</sup> Parce que M. Grosse a eu soin d'avertir dans son Mémoire, que le Sel qu'il avoit employé étoit très-gras. 2.<sup>o</sup> Parce que M. Grosse n'a pû par ce moyen avoir la base du Sel marin ; c'est lui-même qui me l'a dit. 3.<sup>o</sup> Parce que, comme l'a remarqué M. Grosse, plus ces Sels sont gras, plus on a de facilité à les distiller, & la chose est encore bien plus aisée quand on ne fait que dessécher l'eau-mere qui a fourni le Sel marin & le Sel de Glauber. 4.<sup>o</sup> Parce que cet Esprit de Sel a l'odeur plus safranée que les autres. 5.<sup>o</sup> Parce qu'il est reconnu par tous les Chimistes, que le Sel marin bien cristallisé & bien pur, n'abandonne pas son acide, à quelque feu qu'on l'expose, & c'est de ce Sel bien pur & bien cristallisé dont il s'agit maintenant.

Il est vrai que M. Seignette, Apothicaire à la Rochelle, a fait voir autrefois à l'Académie un Sel dont on retiroit l'acide du Sel marin sans l'addition d'aucun intermede ; mais ce Chimiste ayant fait un mystere de ce Sel, je n'en puis dire autre chose sinon qu'il est fort probable que ce Sel étoit le même que celui dont M. Grosse a parlé.

Ces expériences n'attaquent donc pas la vérité du principe général que je viens de poser ; mais quoique les acides minéraux tiennent si opiniâtrément dans leur base saline fixe, la Chimie ne laisse pas que de trouver prise sur eux, & de parvenir à les enlever en empruntant le secours de différents intermedes convenables. L'acide du Nitre, par exemple, se dissipe à la moindre chaleur, quand on y adjoute une matière inflammable ; à l'égard de l'acide vitriolique, on sçait qu'il fait avec les matières inflammables un vrai Soufre, ce qui diminue la force de son union avec les Sels alkalis, & fournit au Chimiste un moyen de les en séparer.

Voyant donc qu'on employoit si heureusement les matières grasses pour enlever les deux acides dont je viens de parler, de leur base saline, je me proposai de tenter cette même voye pour enlever l'acide du Sel marin à sa base ; & ce qui me faisoit bien augurer de cette idée, c'est qu'en brûlant des matières grasses sur la lune cornée, on enleve l'acide

du Sel marin, & on rétablit l'Argent sous sa première forme; à la vérité, je sentoie bien qu'il s'en faut beaucoup que les acides ne s'unissent aussi intimement avec les substances métalliques qu'avec les Sels alkalis, il n'en faut pas d'autre preuve que les Vitriols qui abandonnent leurs acides sans addition, ce que ne feroit pas le Sel de Glauber ni de Tartre vitriolé, j'hazardai cependant cette tentative de plusieurs manières, que je vais rapporter.

1<sup>re</sup>  
Expérience.

Je mêlai d'abord du Sel marin en poudre avec du charbon aussi en poudre, & je projettai ce mélange dans un creuset que j'avois fait rougir, & que je tenois au milieu d'un grand feu, il se répandit à la vérité, dans le Laboratoire, des vapeurs d'Esprit de Sel, comme cela arrive dans la décrépitation du Sel marin quand on fait un très-grand feu, ce qui a fait que plusieurs Chimistes ont recommandé de ne pas décrépiter le Sel quand on en veut ensuite retirer l'acide, parce qu'ils craignoient de perdre l'acide du Sel marin; il s'en dissipe cependant bien peu, mais cet acide est si pénétrant, que la moindre quantité se fait appercevoir à l'odorat dans un Laboratoire. Ceux qui ont distillé l'Esprit de Sel, savent combien ses vapeurs sont incommodes à l'Artiste, quelque précaution qu'il prenne pour s'en garantir, & ce qui prouve qu'il s'en échappe bien peu dans la calcination du Sel marin, c'est qu'après la calcination on trouve dans le creuset le Sel marin tel qu'on l'avoit employé avec seulement un peu de terre insipide, ce qui pourroit faire penser que la petite quantité d'acide qui se détache, étoit engagée dans cette terre, qui probablement est la même que celle qui se précipite de la solution de Sel de gabelle par l'Huile de Tartre.

De plus je crois que si à force de réitérer ces violentes calcinations, on venoit à bout de décomposer une petite portion du Sel marin, ce qui me paroît bien difficile, on pourroit bien aussi décomposer sa base, & la réduire en terre, comme cela arrive aux Sels alkalis, quand on les traite de cette manière. Or comme ce n'étoit point là le but que je m'étois proposé, j'abandonnai ces expériences.

On ſçait que quand on verſe de l'Eſprit de Sel ſur de la limaille de Fer, il s'éleve une fumée épaiſſe qui s'enflamme à la lumière d'une bougie, & que quand on jette du Sel marin ſur un grand braſier de charbon, on voit s'élever une flamme aſſés conſidérable; ces faits me donnerent lieu d'eſpérer qu'en jettant ſur une plaque de Fer très-rougie au feu, un mélange de Sel marin & de limaille, l'acide du Sel marin pourroit ſe joindre à la matière inflammable du Fer, & ſe diſſiper en flamme, mais je ne parvins encore par ce moyen qu'à avoir l'odeur de l'Eſprit de Sel, & il ne me fut pas poſſible de rien retirer qu'on pût regarder comme la baſe du Sel marin.

II<sup>de</sup>  
Expérience.

Il eſt très-probable, après les réflexions judicieuſes que M. Lémery a faites ſur l'analyſe des matières animales, qu'une portion du Sel marin que les Animaux mangent, ſe décompose dans leur corps, & forme un Sel ammoniac.

III<sup>me</sup>  
Expérience.

Je m'étois flatté de produire un effet à peu-près ſemblable, en digérant long-temps du Sel marin avec des matières animales, ce qui me faiſoit eſpérer d'avoir un peu de la baſe du Sel marin dégagée de ſon acide.

Dans cette vûe, je pris de vieille Saumure de Charcuitier, de l'Eau qui avoit ſervi à deſſaler de la Moruë, & je mis du Sel marin dans de l'Urine. Je tins toutes ces choſes ſéparément ſe digérer & ſe corrompre pendant très-long-temps dans un lieu chaud. Je les évaporai enſuite, & les réduiſis en conſiſtance de Miel. Je les mêlai avec du Sablon d'Etampes, j'en chargeai une cornuë & diſtillai. J'obtins du Sel volatil, à peine quelques veſtiges de Sel ammoniac, & je trouvai dans ma tête-morte, après l'avoir calcinée, un beau Sel marin, mais preſque pas de Sel alkali, que je n'oſe même attribuer au Sel marin. L'Urine eſt encore depuis deux ans en diſteſtion avec le Sel marin, mais je doute qu'il ſe décompose rien du Sel marin; car en conſidérant l'Urine comme matière graſſe, elle ne doit rien produire ſur l'acide du Sel marin, ce qui eſt bien prouvé par les expériences que je viens de rapporter, & elle ne peut avec l'alkali volatil qu'elle contient, lorsqu'elle eſt

pourrie, emporter à l'alkali fixe qui fait la base du Sel marin, l'acide dont il est en possession. Je l'ai prouvé dans mon Mémoire sur le Sel ammoniac, ainsi le Sel marin doit rester dans son entier, comme cela m'est arrivé avec l'eau de Moruë & la vieille Saumure.

Toutes ces expériences me furent donc encore inutiles, & je me trouvai dans la nécessité d'abandonner les matières grasses, & d'imaginer d'autres moyens pour dégager la base du Sel marin de son acide. Une opération de Chimie des plus communes, m'a paru fournir une voye si simple & si naturelle pour parvenir à ce que je m'étois proposé, que je n'imagina pas comment on a pû négliger jusqu'à présent de l'employer pour se mettre à portée de mieux connoître la base du Sel marin, elle est fondée sur une propriété de l'acide vitriolique des plus avérées, celle de faire avec les matières grasses un Soufre commun. Maintenant voici en peu de mots la route que j'ai suivie.

J'ai mis dans une cornuë du Sel marin desséché, j'ai versé dessus de l'Huile de Vitriol, & j'ai poussé la distillation jusqu'à siccité. On conçoit bien que par ce moyen j'avois transporté l'acide vitriolique sur la base du Sel marin, & fait un Sel de Glauber. Ainsi pour avoir la base du Sel marin, j'avois à me débarrasser de l'acide vitriolique, au lieu de celui du Sel marin que j'avois, par cette première opération, obligé de quitter sa base.

Inutilement aurois-je essayé de réussir par la distillation, on sçait que le feu le plus violent ne peut séparer l'acide vitriolique des Sels alkalis fixes auxquels il est joint; nous ne connoissons pas même d'acide qui puisse chasser celui du Vitriol de sa base, comme celui du Vitriol le fait à l'égard des acides du Sel marin & du Nitre, mais c'est une propriété de cet acide de se joindre très-volontiers aux matières inflammables, ainsi je calcinai mon Sel de Glauber avec de la poudre de charbon dans un creuset couvert, ce qui me donna un *Hepar Sulphuris*, ou, ce qui est la même chose, du Soufre commun uni à un Sel alkali. Il est bien vrai que par ce moyen



J'avois rompu en partie l'union de l'acide vitriolique avec la base du Sel marin, parce que dans cet état la force de l'acide vitriolique se trouve partagée entre la matière inflammable & le Sel alkali, car il est très-bien reconnu, par beaucoup d'expériences, que l'acide vitriolique a à peu-près un rapport égal entre les matières inflammables & les Sels alkalis; mais il étoit question d'achever cette séparation, c'est ce qui se peut opérer par les plus foibles acides.

Je versai donc du Vinaigre sur mon *Hepar Sulphuris*, & cet acide végétal, en s'unissant à l'alkali du Sel marin, acheva de le débarrasser de l'acide vitriolique, & précipita le Soufre; de sorte que la base du Sel marin, après avoir abandonné en premier lieu son acide pour s'unir à celui du Vitriol, quitte ensuite, à l'aide de la matière grasse, l'acide vitriolique, pour s'unir à celui du Vinaigre, quelque foible que soit cet acide végétal, & tout ce qui me restoit à faire étoit de l'en débarrasser: or cet acide étant extrêmement chargé de matière huileuse, un feu un peu modéré peut l'enlever, & l'obliger de quitter l'alkali auquel il étoit joint.

Je mis donc dans une cornuë le Vinaigre qui avoit servi à précipiter le Soufre, & qui tenoit en dissolution la base du Sel marin, & je distillai. Il vint d'abord une portion de Vinaigre qui étoit surabondante, & un peu de Soufre volatil qui s'étoit formé d'un reste d'acide vitriolique qui s'étoit uni à une portion de la graisse du Vinaigre, il passa ensuite un acide assés vif & très-chargé d'Huile fétide; enfin il parut une Huile fétide très-épaisse & très-puante. Comme ma cornuë qui étoit exposée à un feu nud très-actif étoit prête à fondre, je la coupai dans son ventre avec une corde mouillée sans l'ôter du fourneau, sur le champ il entra une flamme dans la cornuë comme si elle eût contenu de l'Esprit de Vin; cette flamme étant dissipée, j'achevai de rompre la cornuë pour en retirer la tête-morte qui étoit fort dure, très-adhérente au verre, & qui étoit encore noire & charbonneuse, je la pulvérisai, & pour la débarrasser de ce reste d'Huile qui lui venoit du Vinaigre, je la mis dans un creuset découvert,

## 224. MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

& lui donnai une violente calcination, qui acheva d'emporter tout ce qui n'étoit pas un Sel alkali fixe; de telle sorte que je compte, par cette suite de procédés, être parvenu à avoir la base du Sel marin toute seule & séparée de toute autre matière, car en effet que pourroit-il m'être resté autre chose?

1°. Ce n'est pas l'acide du Sel marin, qu'autant qu'il reste d'acide dans tous les Sels alkalis, l'acide vitriolique le doit avoir chassé en faisant un Sel de Glauber, & outre cela le Sel que j'ai n'est pas un Sel neutre, mais un vrai Sel alkali, ce qui se prouve, parce qu'il verdit la teinture de violettes, parce qu'il précipite en jaune-orangé la solution du Sublimé corrosif, & enfin parce qu'il se dissout totalement & avec effervescence dans le Vinaigre distillé.

2°. Ce n'est pas l'acide vitriolique, il doit être joint dans la calcination à la partie inflammable du charbon, & ce qui auroit pû échapper au charbon, a dû se joindre à la partie grasse du Vinaigre; mais ce qui prouve bien que l'acide vitriolique n'y est pas, c'est qu'en calcinant de nouveau ce Sel avec de la poudre de charbon, il ne se fait plus de Soufre, & qu'il ne précipite pas l'Huile de Chaux comme les Sels qui contiennent l'acide vitriolique, mais comme les vrais Sels alkalis.

3°. Ce n'est pas un Sel que le charbon auroit fourni, car on sçait que le charbon ne se consume pas dans les vaisseaux clos, & quand il s'en seroit consumé une partie, on sçait encore qu'elle n'auroit pû fournir qu'une très-petite quantité de Sel alkali, laquelle doit être comptée pour rien en comparaison de la quantité de Sel alkali que je retirai.

4°. Enfin ce n'est pas un Sel alkali que le Vinaigre auroit fourni, non seulement parce que la quantité de Vinaigre que j'ai employé, en auroit dû fournir bien peu; mais de plus, si c'étoit l'alkali du Vinaigre, ce seroit celui du Tartre. Or l'alkali que j'ai obtenu, ne produit point du tout les effets du Sel de Tartre, il ne fait pas avec l'Huile de Vitriol un Tartre vitriolé, mais un Sel de Glauber; il ne fait pas avec l'acide nitreux un Salpêtre en aiguilles, mais un Nitre quadrangulaire; enfin avec l'acide du Sel marin il ne fait pas un  
Sel

Sel digestif de Silvius, mais un Sel cubique, ou un vrai Sel marin régénéré, ce qui prouve par la recomposition, que le Sel alkali que j'ai est la vraie base du Sel marin. Car le Sel que je régénère de cette façon, est un vrai Sel marin très-différent de celui qu'on feroit en suivant le procédé de M. Boerrhave. Ce célèbre Auteur veut (dans sa Chimie, p. 263.) qu'on employe, pour régénérer le Sel marin, l'Huile de Tartre & l'Esprit de Sel, ce qui donneroit le Sel digestif de Silvius, qui, à la vérité, ressemble à peu-près au Sel marin par la forme de ses cristaux & par quelques autres propriétés, mais qui s'en distingue par un nombre d'autres.

Je crois que l'expérience que je viens de rapporter, est assez décisive pour que je puisse être dispensé de la fortifier par aucune autre; cependant, pour mettre la chose dans une entière évidence, & pour ne laisser aucun doute sur le point que j'essayoies d'éclaircir, je n'ai pas négligé d'employer un procédé tout différent pour parvenir au même but; il est fondé sur deux propriétés incontestables de l'Esprit de Nitre.

La première est que l'acide nitreux a plus de rapport avec les Sels alkalis que l'acide du Sel marin.

La seconde est que cet acide fuse sur le feu avec les matières charbonneuses, & se dissipe en l'air.

Or voici comme j'ai fait usage de ces deux propriétés pour avoir la base du Sel marin exempte de toutes sortes d'acides.

J'ai fait un Esprit de Nitre bien pur & bien concentré, je l'ai versé sur du Sel marin que j'avois mis dans une cornue; j'ai distillé, & il m'est venu une Eau régale que j'ai reversée dans la cornue, ce que j'ai répété trois à quatre fois pour mieux enlever l'acide du Sel marin, & substituer à sa place celui du Nitre. Quand je jugeai que le Nitre avoit sûrement pris la place de l'acide marin, je cristallisai la tête-morte qui me donna un Nitre quadrangulaire, alors je mêlai cette espece de Nitre avec de la poudre de charbon, & je le projettai dans un creuset rougi au feu; la détonation étant finie, & par conséquent l'Esprit de Nitre étant dissipé, je lessivai, filtrai & évaporai la résiduelle, qui me fournit des cristaux alkalis très-

semblables à ceux que j'avois eus par ma première opération.

Et effectivement l'acide du Sel marin ayant été chassé par celui du Nitre, & celui du Nitre s'étant dissipé avec la matière inflammable du charbon, que me pouvoit-il rester, sinon la base du Sel marin, peut-être mêlée d'une portion insensible d'alkali que le charbon a pû fournir, mais à laquelle on ne doit pas avoir plus d'égard qu'on n'en a dans l'opération du Nitre fixé? Nous voilà, ce me semble, bien assurés d'avoir la base du Sel marin, il s'agit maintenant de reconnoître la nature.

1.<sup>o</sup> Ce n'est pas une simple terre, elle est un vrai Sel alkali, nous l'avons déjà prouvé, en rapportant les effets qu'elle produit avec les acides, & d'ailleurs elle se dissout aisément dans l'eau.

2.<sup>o</sup> Les expériences que nous avons vûes, prouvent qu'elle est d'une nature différente du Sel alkali du Tartre.

3.<sup>o</sup> Elle se cristallise à peu-près comme le Sel de Glauber, & boursoffle sur la pelle.

4.<sup>o</sup> Ce Sel ne se résout pas en liqueur à l'air, mais il tombe en poussière semblable à de la farine.

5.<sup>o</sup> Il est très-frais & un peu amer sur la langue, laissant ensuite un retour lixiviel.

Mais pour rapporter ce Sel à quelque chose de connu, je crois qu'on le peut comparer au Natrum bien séparé du Sel marin auquel il est presque toujours uni, car en ayant eu d'Egypte par le moyen de M. Granger, Correspondant de l'Académie, j'en ai dissout dans l'eau pour l'examiner ensuite par une lente cristallisation, les premiers cristaux étoient un Natrum bien pur, c'est-à-dire, un Sel alkali très-peu allié de Sel marin, & très-semblable à la base de ce Sel, tant parce qu'il se cristallise de même, qu'il grimpe beaucoup en se cristallisant, qu'il est frais sur la langue, qu'il se résout en farine quand on l'expose à l'air chaud, que parce qu'avec les différents acides il produit tout-à-fait les mêmes effets; mais en ayant un jour dissout chés M. Grosse une portion dans de l'Esprit de Sel bien pur, nous remarquâmes un phéno-

même qui nous parut singulier, mais qui établit encore plus la parité de ce Sel avec celui que nous avons retiré du Sel marin. Voici le fait. Quand nous mettions suffisamment d'Esprit de Sel sur notre Natrum cristallisé, tout se dissolvoit, & la liqueur étoit très-limpide; si nous versions sur cette liqueur de l'Huile de Tartre, elle devenoit plus jaune, elle se troubloit, & il se faisoit un précipité. Ce fait nous surprit d'abord, parce que le Natrum étant un Sel alkali, il ne doit pas être précipité par un autre Sel alkali. Si nous versions de l'Esprit de Sel sur ce précipité, il se dissolvoit de nouveau, & en y adjointant de l'Huile de Tartre, il se faisoit un nouveau précipité, ce qui nous fit connoître qu'il y avoit dans notre Natrum, quoique réduit en cristaux très-transparents, deux alkalis, un salin qui étant une fois uni à l'acide du Sel marin, ne pouvoit en être chassé par l'Huile de Tartre, & un autre alkali terreux dissoluble par l'Esprit de Sel, mais qui pouvoit être précipité par l'Huile de Tartre. Depuis j'ai reconnu que cette terre fait avec l'acide vitriolique un Sel pierreux, ainsi voilà dans le Natrum & l'alkali terreux & l'alkali salin qu'on trouve dans le Sel de gabelle ordinaire.

Cependant la couleur du précipité nous faisoit soupçonner quelque chose de métallique, & nous nous sommes assurés qu'il y avoit un mélange de Fer, en jettant de cette terre sur une teinture de Noix de Galle qui est devenuë noire.

M. Grosse avoit aussi, il y a plusieurs années, retiré du Fer des terres salines de Smyrne & d'Ephese, & j'en ai aussi apperçu dans une petite quantité de ces mêmes terres que M. Granger m'a fait remettre.

J'en ai de même découvert dans du Sel de Tartre que j'avois acheté, mais comme on évapore presque toujours ce Sel dans des marmites de fonte, je crois que le Fer venoit du vaisseau dans lequel on avoit fait l'évaporation, ce qu'on ne peut pas soupçonner à l'égard du Natrum en question, parce qu'il est un Sel naturel, tout ce qu'on peut dire, c'est que le Fer est bien abondant dans la Nature, on le trouve presque par-tout.

Nous remarquerons en passant, que le Fer n'altéroit pas la blancheur & la transparence de notre Sel, ce qui n'est pas sans exemple, puisque la même chose arrive au Vitriol blanc.

Outre cet alkali, je retirai du Natrum que M. Granger m'avoit envoyé, beaucoup de cristaux de pur Sel marin.

Maintenant je reviens à mon objet qui a été de faire remarquer une telle conformité entre la base du Sel marin & le Natrum, qu'il paroît très-probable que ce Sel est la vraie base du Sel marin, & qu'ainsi le Natrum & le Sel alkali que j'ai retirés du Sel marin, sont la même chose.

Connoissant donc la nature de la base du Sel marin, & étant en état de la reconnoître par-tout où je la trouverois, je conçûs l'espérance de la trouver dans les matières animales, & voici le raisonnement sur lequel je fondois mon espérance.

Suivant les observations de M. Lémery, une portion du Sel marin se décompose dans le corps des animaux, & s'y change en Sel ammoniac. Comment se peut opérer ce changement? il faut ou que l'acide du Sel marin qui trouve dans les animaux un Sel alkali volatil, quitte sa base fixe pour se joindre à ce volatil, ou que la base du Sel marin devenant volatile, fasse tout de suite un Sel ammoniac avec l'acide du Sel marin.

Or on sçait en Chimie, que les acides ne quittent point une base saline fixe pour se joindre à un Sel alkali volatil, mais qu'au contraire ils abandonnent les bases volatiles pour se joindre aux fixes; d'où l'on peut conclurre que l'acide du Sel marin que les animaux mangent, ne quittera pas la base du Sel marin, qui est un Sel alkali fixe, pour s'unir aux Sels alkalis volatils que cet acide trouveroit dans le corps des animaux, il faut donc nécessairement qu'une portion de la base du Sel marin se volatilise.

Mais comme cette volatilisation se fait par le principe huileux qui s'unit à l'alkali, il me vint dans la pensée qu'il devoit rester une portion de la base du Sel marin, qui étant volatilisée, sans être unie à aucun acide, donneroit un Sel volatil urineux, pendant qu'une autre portion pourroit rester

fixe, & me donner encore d'une autre manière la base du Sel marin. Quoi qu'il en soit de cette conjecture, elle m'engagea à travailler sur les matières animales, & je choisis pour cela le sang de Bœuf & l'urine d'Homme, que j'ai examinés avec assés d'attention ; mais je n'en dirai rien pour le présent, parce que je réserve ce travail pour le joindre à un examen très-suivi que M. Hellot vient de faire sur la même matière, ainsi je me contenterai d'avertir que j'ai eu une très-petite portion de Sel alkali qui produisoit les mêmes effets que la base du Sel marin dont je viens de parler.

Ce petit vestige de Sel alkali qu'on peut, je crois, soupçonner être un échantillon de la base du Sel marin, m'a porté à faire des réflexions sur le sel alkali de la Soude ; car ce sel étant à tous égards, semblable à celui que j'ai retiré du Sel marin, tant pour la figure & le goût de ses cristaux, que par les effets qu'il produit avec les différents acides avec lesquels on le mêle, on est porté à le comparer à la base du Sel marin ; mais si l'on fait attention qu'on retire beaucoup de Sel marin des cendres du Cali, ou, ce qui est la même chose, de la Soude, je ne sçai si ce seroit trop hasarder que de dire que c'est effectivement la base d'une partie du Sel marin qui est passée dans la Plante, & qui s'y est décomposée, car cette Plante étant maritime, il est naturel qu'elle soit chargée de beaucoup de Sel marin, la grande quantité de ce Sel qu'on en retire par l'incinération, en est une preuve, & la ressemblance qu'on trouve entre son Sel alkali & la base du Sel marin, me porte à croire que ce Sel alkali est véritablement la base du Sel marin. On demandera peut-être comment l'acide a abandonné cette base ? Je ne sçais pas si ce seroit l'acide nitreux qui s'étant d'abord mis à sa place, se seroit ensuite échappé pendant l'ustion, ou si l'acide marin auroit formé un Sel ammoniac qui se seroit aussi échappé, ce qui me semble moins probable, mais de quelque manière que cela arrive, il me paroît que cet alkali peut être regardé comme la vraie base du Sel marin.

Le Natrum, le petit vestige de Sel alkali que j'ai retiré

de l'Urine, & le Sel alkali de la Soude, ne sont pas les seuls qui ressemblent à la base du Sel marin, nous pourrions dans la suite faire voir qu'il y a d'autres Plantes qui fournissent un Sel pareil, mais nous ne pouvons nous dispenser de remarquer que la plus grande partie du Borax est encore de ce genre, néanmoins avec quelques distinctions, car sans parler de cette portion du Borax qui fournit avec l'acide du Nitre, celui du Vitriol, & celui du Sel marin, des Sels feuilletés, à peu-près semblables au Sel sédatif de M. Homberg, on sçait encore que le Borax fait avec la Crème de Tartre, une matière gommeuse, au lieu de faire le Sel de la Rochelle, & il nous a paru qu'il ne formoit pas aisément avec l'Esprit de Sel des cristaux de Sel marin, ce qui vient probablement de quelque matière particulière qui se trouve mêlée avec la base du Sel marin, & nous ne pouvons établir quelle est cette matière, parce que nous ne connoissons pas la composition du Borax.

Mais je crois qu'il est démontré que dans presque tout le Sel marin, il y a une terre bolaine qui ne lui est pas essentielle, & un Sel alkali semblable au Natrum & au Sel de Soude qui fait sa base principale.

Voilà quel est le travail que j'ai fait sur le Sel marin, pour justifier ce que j'avois avancé au sujet de sa base, dans les Mémoires que j'ai lus à l'Académie sur le Sel ammoniac, & j'ai travaillé avec d'autant plus de plaisir à cette recherche, que je la croyois tout-à-fait neuve : cependant on m'a fait voir depuis quelques jours, un article fort abrégé du *Specimen Beckerianum* de M. Stahl, page 239 de l'édition de Leipfick 1703, par lequel on ne peut douter qu'il n'ait employé les acides du Vitriol & du Nitro, pour connoître la base du Sel marin.

Il est bien fâcheux que ces sçavants Chimistes se soient si souvent expliqués d'une manière si abrégée qu'on ne puisse presque comprendre ce qu'ils ont voulu nous décrire, que quand à force de travail, on est venu à bout d'exécuter, indépendamment de leurs Écrits, ce qu'ils avoient voulu



nous apprendre ; est-on parvenu à ce point, on les entend, mais le travail qu'on a fait, a perdu le mérite de la nouveauté, quoique dans le vrai, il conserve toute son utilité. Voici le texte de M. Stahl : *Nativum alkali nusquam datur, nisi in sale communi nempe materia illa quæ huic corpus præbet.*

L'Auteur prétend qu'il n'y a que la base du Sel marin qui soit un Sel alkali naturel, je crois que celui que fournit le Natrum, & même les Plantes brûlées, mérite aussi légitimement ce titre, mais nous renvoyons sur cela aux Mémoires de M. Lémery & de M. Bourdelin. On lit ensuite : *Demonstratur si Sal commune miscetur cum spiritu bonæ Vitrioli aut Nitri. Utrunque producit spiritus salis ; residuum in retorta est Sal novum ex acido Vitrioli aut Nitri & hoc corpore fixo confectum. Unde, si acidum illud Vitrioli, aut Nitri ab hoc corpore iterum avellatur, remanet alkalinum salinum corpus.*

Becker dit bien qu'il faut employer les acides du Vitriol ou du Nitre pour chasser celui du Sel marin, mais il ne dit pas comment il faut se débarrasser des acides qu'il a substitués à l'acide du Sel marin.

Il fait ensuite une comparaison de la base du Sel marin avec les Sels alkalis, qu'il appelle artificiels, & il dit : *Coincidit hoc cum alkali pure artificiali, 1.º Quod in aquis & per deliquium solvatur.* On a vu que cette dernière condition est fautive, puisqu'il tombe en poussière à l'air, comme le Sel de Glauber, au lieu de faire un deliquium comme celui du Tartre.

2.º *In igne quoque promptè fluat.* Nous avons fait remarquer que cette base bien cristallisée & mise sur un charbon, s'y comporte bien différemment que le Sel de Tartre.

3.º *Sulphur minerale solvat.* On sçait que la Chaux, & quelques terres absorbantes, comme la Craye, de même que tous les Sels alkalis, font un *Hepar Sulphuris*.

4.º *Tam in igneo quam in aqueo fluore, pingua etiam alia pari modo solvat.* Ce qui est encore commun à toutes les matières alkalis.

Après avoir fait cette comparaison entre la base du Sel marin, & les Sels alkalis qu'il appelle artificiels, il rapporte

232 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

en quoi ces deux Sels alkalis diffèrent, disant : *Differt ab isto*;

1.<sup>o</sup> *Quod nativum sit.* Sur quoi nous remarquerons qu'il faut par art, lui enlever l'acide auquel il étoit joint : or pour avoir le Sel alkali des Plantes, il faut le débarrasser des acides & de la matière grasse par une calcination, on n'emploie pas plus d'art dans une occasion que dans l'autre.

2.<sup>o</sup> *Quod cum acidis aliam figuram cristallorum pariat, & aliam solubilitatem in aqua, alium quoque habitum ad fusionem in igne inferat.* Tout cela n'est pas douteux, si on excepte de ces prétendus Sels artificiels, le Sel de Soude que Becker y nomme expressément. Moyennant cette exception, nous pourrions adjoûter encore ici plusieurs différences considérables entre ces especes de Sels alkalis, & ceux qui ressemblent au Sel de Tartre ; mais il nous a paru inutile de répéter ce qui a déjà été dit dans le corps du Mémoire, au reste c'est où se termine ce que Becker dit sur la base du Sel marin.

DE LA MANIERE DE CONCILIER  
DANS L'HYPOTHESE DES TOURBILLONS  
LES DEUX REGLES DE KE'PLER,

*La première, sur le temps que les Planetes employent  
à faire leurs révolutions entr'elles, par rapport  
à leurs distances.*

*La seconde, sur les différents degrés de vitesse avec laquelle  
chacune de ces Planetes se meut sur son Orbe.*

Par M. CASSINI.

CE n'est qu'après bien des recherches qu'on est parvenu à découvrir la manière avec laquelle les Planetes font leurs révolutions sur leurs orbes, & les divers degrés de vitesse qu'elles ont les unes à l'égard des autres. 8 Août 1736.

Quoique Copernic eût substitué le mouvement de la Terre à celui du Soleil, il n'avoit pas cependant débarrassé entièrement son système des Epicycles qu'il jugeoit nécessaires pour représenter l'inégalité apparente du mouvement des Planetes, & ce ne fut que long-temps après lui, que Képler considérant combien il répugnoit aux loix naturelles du mouvement, de faire décrire à un Corps céleste un cercle parfait autour d'un centre imaginaire, jugea que les Planetes ne faisoient pas leurs révolutions autour d'un cercle, mais sur des Ellipses, à l'un des foyers desquelles il plaça le Soleil, en leur attribuant un mouvement tel, qu'en temps égal les aires qui se terminent au Soleil, comprises entre la quantité de ce mouvement, fussent égales entr'elles.

Il résulte de cette hypothèse qu'outre l'inégalité apparente du mouvement d'une Planete, causée par la différente distance au Soleil dans les divers points de son orbe, il y en a

*Mem. 1736.*

G g

une autre réelle qui est à peu-près dans la raison réciproque de sa distance au Soleil.

Fig. 1.

Car soit  $ABPD$  une Ellipse qui représente l'orbe d'une Planete, à l'un des foyers de laquelle le Soleil soit en  $S$ ,  $A$  le lieu de la Planete dans son Aphélie, &  $P$  le lieu de son Périhélie,  $AB$ ,  $PD$ , des petits arcs qui terminent des aires égales  $ASB$  &  $PSD$ ; d'où il suit, conformément à l'hypothese de Képler, que la Planete a dû parcourir sur son orbe l'arc  $PD$ , dans le même temps qu'elle avoit employé à décrire l'arc  $AB$ .

Fig. 2.

Soit mené des points  $B$  &  $D$  sur le grand axe  $AB$ , les perpendiculaires  $BE$ ,  $DI$ , qui, à cause de leur petitesse, ne different pas sensiblement des arcs  $AB$  &  $PD$ .

L'aire  $ASB$  étant, par la supposition, égale à l'aire  $SPD$ , & les arcs  $AB$  &  $PD$  pouvant être considérés comme une ligne droite, on aura dans les Triangles  $ASB$ ,  $SPD$ ;  $ID$  ou  $PD$  qui mesure la quantité du mouvement de la Planete lorsqu'elle est dans son Périhélie en  $P$ , est à  $EB$  ou  $AB$  qui mesure le chemin qu'elle a parcouru dans le même temps lorsqu'elle étoit dans son Aphélie en  $A$ ; comme  $AS$ , distance de la Planete au Soleil lorsqu'elle est dans son Aphélie, est à sa distance  $SP$  dans son Périhélie. Il en est de même dans toute autre situation de la Planete comme lorsqu'elle est parvenue de  $B$  en  $G$ , après avoir parcouru le petit arc  $BG$  dans le même temps qu'elle avoit employé à parcourir l'arc  $DH$ . Car les aires  $BSG$ ,  $DSH$ , étant égales entre elles par la supposition, on aura toujours  $KH$  ou  $DH$  à  $LG$  ou  $BG$  comme  $SB$  à  $SD$ , c'est-à-dire, en raison réciproque de la distance de la Planete au Soleil dans ces deux différentes situations.

Outre cette regle de mouvement que les Planetes observent chacune dans leurs orbes, il y en a une autre plus générale dans les degrés de vitesse des Planetes les unes à l'égard des autres qui a été aussi découverte par Képler, suivant laquelle les temps qu'elles employent à faire leur révolution, sont entre-eux comme les racines quarrées des cubes

de leur moyenne distance au Soleil, & cette règle s'observe si universellement, qu'on l'a reconnue non seulement dans les mouvements des Planètes principales autour du Soleil, mais même dans ceux des Satellites à l'égard de Jupiter & de Saturne, ce qui est un des plus forts arguments du mouvement de la Terre autour du Soleil, parce qu'elle se trouve comprise avec les autres Planètes dans cet arrangement qui paroît un ordre constant de la Nature.

Suivant cette règle, les mouvements réels des Planètes sur leurs orbes doivent être en raison réciproque des racines quarrées de leur distance.

Car soient *ABPD*, *EGHI*, les orbes de deux Planètes, dont les moyennes distances au Soleil soient mesurées par les lignes *BS*, *GS*. Suivant la règle de Képler, le temps que la Planète la plus éloignée emploie à décrire son orbe *ABPD* est au temps que la Planète la plus proche emploie à parcourir son orbe *EGHI* comme la racine quarrée du cube de la distance moyenne *BS* de la première Planète au Soleil est à la racine quarrée du cube de la distance moyenne *GS* de la seconde Planète. Ainsi si l'on nomme *T* le temps de la révolution de la Planète la plus éloignée; *t*, celui de la plus proche, *D* la distance *BS* de la Planète *B* au Soleil, & *d* la distance de la Planète *G*, on aura cette analogie, *T*, *t*, ::  $\sqrt{D^3}$   $\sqrt{d^3}$ . Divisant les deux antécédents par *D*, & les deux conséquents par *d*, on aura  $\frac{T}{D}$ ,  $\frac{t}{d}$  ::  $\frac{\sqrt{D^3}}{D}$ ,  $\frac{\sqrt{d^3}}{d}$ , c'est-à-dire, comme  $\sqrt{D}$  est à  $\sqrt{d}$ . Il faut considérer présentement que les vitesses des corps en mouvement sont entre elles en raison réciproque du temps divisé par l'espace. Mais dans les orbes des Planètes les espaces parcourus dans le temps d'une révolution sont entre eux comme les distances moyennes de la Terre au Soleil. Donc les vitesses des Planètes entre elles sont en raison réciproque du temps divisé par la distance, c'est-à-dire, comme  $\frac{T}{D}$  est à  $\frac{t}{d}$ , mais nous avons trouvé ci-dessus que  $\frac{T}{D}$  est à  $\frac{t}{d}$  comme  $\sqrt{D}$  est à  $\sqrt{d}$ . Donc la

Fig. 2.

### 236. MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

vitesse de la Planete en  $B$  est à la vitesse de la Planete en  $C$  comme  $\sqrt{d}$  est à  $\sqrt{D}$ , c'est-à-dire, en raison réciproque de la racine quarrée de leur distance au Soleil.

On avoit démontré ci-devant que les différents degrés de vitesse avec lesquels les Planetes se meuvent sur leurs orbes, sont en raison réciproque de leurs distances au Soleil. Ainsi les Planetes suivent dans leurs orbes une autre regle de mouvement que les Planetes entre elles, par rapport aux diverses distances où elles sont à l'égard du Soleil, ce qui paroît contraire aux loix des mouvements des corps dans un fluide. Car si l'on suppose, par exemple, que pendant qu'une Planete est dans son Aphélie en  $A$ , il s'en trouve une autre dans le lieu de son Périhélie en  $P$ ; celle qui est en  $P$  aura, suivant la regle que les Planetes observent entre elles, un mouvement qui sera à celui de la Planete en  $A$  dans le rapport de  $\sqrt{AS}$  à  $\sqrt{SP}$ ; au lieu que cette Planete étant parvenue de  $A$  en  $P$ , aura au point  $P$  un mouvement qui sera à celui qu'elle avoit en  $A$  dans le rapport de  $AS$  à  $SP$  avec un degré de vitesse qui sera au précédent comme les nombres simples à leurs racines quarrées. Les vitesses de ces deux Planetes seroient donc différentes entre elles au même endroit de la même couche du fluide qui les entraîne, ce qui semble répugner au système des Tourbillons.

Voilà, à ce que je crois, l'objection que l'on peut former contre le système des Tourbillons, tirée de la différence de vitesse qui doit résulter de ces deux regles à la même distance du Soleil, & j'ai cru devoir un peu m'étendre sur cette difficulté, pour la mettre, autant qu'il m'a été possible, dans son plus grand jour.

Comme ces différentes regles ne doivent être reçues qu'autant qu'elles sont conformes à ce que l'Astronomie nous enseigne sur les mouvements des Astres, il convient, avant que de tâcher de répondre à cette objection, de s'assurer si le défaut de précision dans la théorie des Planetes, ou les erreurs qui peuvent se glisser dans les Observations, ne seroient pas assez considérables pour qu'on pût leur attribuer les différences qui en résultent.

Entre tous les corps célestes, le Soleil est celui dont on connoît plus parfaitement le rapport de ses différentes distances à la Terre par le moyen de son diamètre qui varie dans la proportion de ces distances, & dont on mesure assés exactement la quantité par le moyen du Micrometre.

On ne peut observer facilement le diamètre de la Lune, que dans ses oppositions avec le Soleil, & d'ailleurs il est sujet à tant de variations causées par les inégalités de cette Planete, que l'on ne peut pas comparer sa grandeur avec la vitesse de son mouvement, avec la même précision, que dans la théorie du Soleil. A l'égard des autres Planetes, outre les inégalités apparentes de leurs diametres causées par leurs différentes distances au Soleil, elles en ont encore de plus grandes par leurs différentes distances à la Terre, autour de laquelle elles ne font pas leurs révolutions; & d'ailleurs leur diamètre est si petit, qu'il ne donne pas assés de prise au Micrometre pour en juger avec la précision requise.

Nous examinerons donc quel est le rapport des différentes distances de la Terre au Soleil, aux différents degrés de vitesse qu'on y a reconnus.

Suivant les Observations faites pour déterminer la grandeur apparente du diamètre du Soleil dans les différents points de son orbe, on a trouvé qu'il paroïsoit de  $31' 36''$  dans son Apogée, & de  $32' 40''$  dans son Périgée, c'est-à-dire, dans la raison de 1896 à 1960.

Prenant la racine quarrée de ces quantités, on aura, suivant la regle qui s'observe dans les mouvements des Planetes les unes à l'égard des autres, la vitesse réelle de la Terre sur son orbe dans son Périhélie à sa vitesse dans son Aphélie, comme 44272 à 43543; d'où il suit que supposant le mouvement journalier du Soleil ou celui de la Terre de  $59' 8'' \frac{1}{2}$ , tel qu'on l'a déterminé dans ses moyennes distances, il doit être de  $59' 38''$  dans son Périhélie, & de  $58' 39''$  dans son Aphélie.

Ce mouvement réel de la Terre sur son orbe n'est pas celui qu'on appelle *son mouvement vrai*, à cause de son inégalité

# 238 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

apparente produite par les différentes distances au Soleil, suivant lesquelles on trouve qu'il devoit être de  $1^d 0' 3.8''$  dans son Périhélie, & de  $0^d 57' 41''$  dans son Aphélie. Par les Observations les plus exactes, ce mouvement a été déterminé de  $1^d 1' 10''$  dans son Périhélie, & de  $0^d 57' 11''$  dans son Aphélie; ainsi suivant la règle des mouvements des Planetes les unes à l'égard des autres, que nous appellons la *première règle de Képler*, le mouvement journalier apparent de la Terre devoit être plus grand de 30 secondes dans son Aphélie, & plus petit de 32 secondes dans son Périhélie qu'on ne l'observe en effet. Il y auroit donc dans l'espace d'un mois, à compter 15 jours avant & 15 jours après le passage de la Terre par son Aphélie ou son Périhélie, une différence d'environ 15 à 16 minutes entre le vrai lieu du Soleil qui résulte de la première règle de Képler, & celui que l'on observe conformément à la seconde règle; ce qui paroît trop considérable pour n'être pas apperçu par les Observations astronomiques.

Au lieu de supposer, comme nous venons de le faire, le rapport des diametres exactement connu, on peut employer dans cette recherche le mouvement vrai de la Terre, tel qu'il résulte des Observations, pour trouver, suivant la première règle, le rapport du diametre apparent du Soleil dans les différents points de l'orbe de la Terre, & connoître s'il diffère assés sensiblement de la quantité dont on l'observe avec le Micrometre, pour qu'on puisse s'assurer si la différence ne doit point être attribuée au défaut de précision dont ces sortes d'Observations sont susceptibles.

Car les quarrés des temps étant, suivant la première règle, comme les cubes des distances, on aura  $D^3, d^3 :: Tt, tt$ , &  $D, d :: \sqrt[3]{TT}, \sqrt[3]{tt}$ , c'est-à-dire, les distances doivent être entre elles comme les racines cubiques des quarrés du temps des révolutions. Mais les temps des révolutions sont entre eux en raison réciproque des mouvements apparents, ou  $T, t :: m, M$ ; donc les distances des Planetes au Soleil seront entre elles comme la racine cubique du quarré de leur



mouvement journalier apparent. C'est pourquoi si l'on prend la racine cubique du carré de  $57' 11''$  & de  $1^d 1' 10''$  qui mesurent le mouvement journalier de la Terre dans son Aphélie & dans son Périhélie, on aura 2274 & 2379, qui seront en raison réciproque de la distance de la Terre au Soleil dans son Aphélie & son Périhélie ; d'où l'on trouve que le diamètre apparent du Soleil étant dans la moyenne distance de  $32' 6''$ , il devroit être dans l'Aphélie de la Terre de  $31' 26'' \frac{1}{2}$ , plus petit de 9 à 10 secondes que celui que l'on observe, & dans son Périhélie de  $32' 52''$  plus grand de 12 secondes.

On pourroit attribuer cette différence en partie au défaut de précision dans l'observation du Micrometre, & en partie à la quantité du mouvement de la Terre qui auroit été supposée trop petite dans l'Aphélie, & trop grande dans le Périhélie, & faire par ce moyen accorder la première règle de Képler avec la seconde qui s'observe dans les mouvements des Planetes sur leurs orbes ; mais comme il seroit dangereux, pour la perfection de l'Astronomie, d'accommoder les Observations à nos hypothèses, au lieu d'établir, comme l'on doit, les hypothèses sur les Observations, il faut convenir de bonne-foi que les deux règles de Képler ne paroissent pas pouvoir subsister ensemble dans les orbes des Planetes, à moins que l'on ne trouve quelques causes physiques pour pouvoir les concilier.

On considérera pour cet effet que si les orbes des Planetes étoient tous sphériques, & que le Soleil fut placé à leur centre, les deux règles de Képler se pourroient accorder facilement. Car les Planetes décrivant alors chacune des parties égales de leurs orbes circulaires en temps égaux, elles formeroient en même temps des segments ou aires égales à l'égard du Soleil, & cela n'empêcheroit pas qu'étant placées à diverses distances du Soleil, elles ne conservassent les unes à l'égard des autres la règle générale qui s'observe entre leurs distances & le temps de leurs révolutions, puisqu'il suffiroit de supposer qu'elles sont entraînées par un fluide auquel on

attribueroit ces différents degrés de vitesse. On pourroit même concevoir que c'étoit là leur premier état, lorsqu'il n'y avoit encore que le Tourbillon du Soleil. Mais l'assemblage de tous les Tourbillons, dont les uns ont plus de force que d'autres, & sont peut-être composés d'une matière bien différente, a dû bien-tôt les déranger de leur première disposition. La force centrifuge d'un de ces Tourbillons, qui est celle dont nous avons la notion la plus claire, a dû être contrebalancée par la force centrifuge de ceux qui lui ont été les plus voisins, & qui lui ont causé une force centripete plus ou moins grande, suivant les différents degrés de cette force, de sorte qu'ils ont été obligés de prendre une autre forme plus ou moins allongée, suivant qu'ils ont trouvé plus ou moins de résistance.

Il résulte de cette hypothèse que les couches de la matière fluide ou éthérée, qui suivoient la première règle de Képler, & décrivoient leur mouvement circulaire autour du Soleil, étant comprimées d'un côté & dilatées de l'autre, n'ont pu conserver dans chacun de ces orbes les mêmes degrés de vitesse qu'elles avoient entre elles, & qu'il n'y a que les seules couches qui se trouvoient près des moyennes distances de la Planete au Soleil, qui se soient maintenues dans leur degré primitif de vitesse, ce qui est conforme aux Observations suivant lesquelles le mouvement des Planetes suit exactement les deux règles de Képler, tant entre elles que sur leurs orbes, lorsqu'elles se rencontrent dans leurs moyennes distances.

Cette seule raison pourroit suffire pour faire voir que dans l'hypothèse des Tourbillons, la loi du mouvement des Planetes, les unes à l'égard des autres, ayant été altérée par la figure que les Tourbillons ont été obligés de prendre, ne doit pas être la même que celle du mouvement particulier de chaque Planete dans son orbe, & qu'ainsi la différence qui se trouve entre ces deux loix, ne peut pas détruire cette hypothèse. Mais je crois qu'on peut aller plus loin, & prouver que dans chaque orbe le mouvement d'une Planete & de la matière qui l'environne doit être plus prompt vers le Périgée, & plus

& plus lent vers l'Apogée qu'il ne le devroit être suivant la première règle conformément aux Observations.

Soient les lignes  $SC, SA, SB, SG, SF, SP, SD, SH$ , tirées du centre du Soleil à la surface de l'Ellipse, qui comprennent des angles égaux entre eux, de manière que les aires  $ASB, ASC$ , de part & d'autre de l'Aphélie, soient égales entre elles, de même que les aires  $FSP, PSD$ , qui sont de part & d'autre du Périhélie. La matière éthérée contenuë dans l'aire  $ASC$ , venant par la révolution de cette matière autour du Soleil, à prendre la place de l'aire  $ASB$  qui lui est égale, la matière qui étoit ci-devant comprise dans cette dernière aire, a dû en même temps être déplacée, & ne pouvant contenir toute entière dans l'aire  $BSG$  qui est plus petite, s'étendre au de-là, ce qui ne s'est pû faire sans qu'elle ait acquis quelque degré de vitesse plus grand qu'elle n'avoit auparavant, en occupant une aire égale à celle qu'elle avoit abandonnée, conformément à la seconde règle de Képler.

Par la même raison la matière éthérée renfermée dans l'aire  $BSG$ , n'a pû être contenuë dans l'aire suivante comprise entre des angles égaux, & dont la surface étoit plus petite que la précédente, de sorte que la vitesse de la matière éthérée a dû y recevoir un nouveau degré d'accélération, & ainsi de suite jusqu'au Périhélie, où la matière éthérée comprise dans l'aire  $FSP$  venant à prendre la place de celle qui étoit dans l'aire  $PSD$ ; cette dernière n'a pû occuper tout l'espace compris dans l'aire suivante  $DSH$  qui étoit plus grande que la précédente, & a diminué par conséquent de vitesse, en occupant en même temps une aire égale à  $PSD$ , plus petite que l'aire  $DSH$  qui, par la supposition, comprend l'angle  $DSH$  égal aux angles  $PSD$  &  $PSF$ .

On peut, pour un plus grand éclaircissement, considérer d'abord la matière éthérée près des moyennes distances de la Planete au Soleil, comme tournant circulairement autour de cet Astre. Dans ce cas elle suivra, suivant ce qui a été remarqué, les deux règles de Képler, & la matière éthérée contenuë dans l'aire  $RST$  passera dans l'aire  $RSV$  dans le

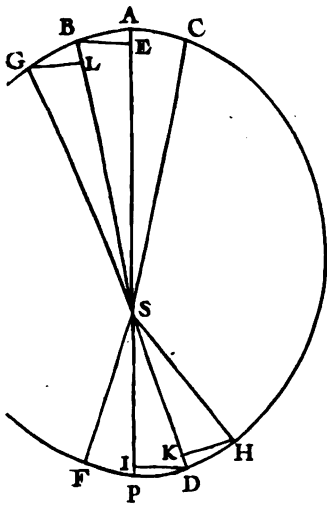
Fig. 1.

Fig. 3.

même temps qu'un volume égal de matière employera à remplir l'espace  $RST$ . Si l'on suppose présentement que cette matière est retenue dans l'Ellipse par une force quelconque qui l'empêche de décrire une ligne circulaire, toute la matière qui auroit rempli le petit espace  $RVM$  a dû nécessairement s'étendre dans l'Ellipse au de-là de  $SM$ , & y occuper le petit secteur  $MSO$ , dont on déterminera l'étendue & les dimensions, en menant  $VO$  parallèle à  $SR$ . Car les petits arcs  $RV$ ,  $RO$ , pouvant être considérés comme des lignes droites, l'aire du Triangle  $ROS$  est égale à l'aire du Triangle  $RVS$ ; & dans le Triangle  $RVO$ , que l'on peut supposer rectangle en  $V$ , l'arc  $RO$  opposé à l'angle droit parcouru par la matière éthérée qui est à l'extrémité de l'Ellipse, sera plus grand que l'arc  $RV$  ou  $RT$  qu'elle auroit parcourue dans le même temps; d'où il suit que la Planete qui est emportée par cette matière, a dû, en s'approchant du Périhélie, avoir un plus grand degré de vitesse que si elle avoit eu un mouvement circulaire autour du Soleil en suivant la première règle de Képler.

Le contraire arrivera lorsque la Planete, dans la même supposition, passera de sa moyenne distance en  $N$  vers son Aphélie. Car la matière éthérée étant transportée de l'aire  $ISN$  dans l'aire  $ISL$ , ne pourra pas occuper toute son étendue, mais sera terminée par le rayon  $SH$  tiré du centre du Soleil au point  $H$ , que l'on déterminera en menant du point  $F$  la ligne  $FH$  parallèle à  $SI$ . Car dans ce cas l'aire  $HSI$  est égale à l'aire  $FSI$  ou  $ISN$ , & l'arc  $IH$ , que la Planete a décrit sur son orbe, sera plus petit que l'arc  $IN$  ou  $IF$ , hypoténuse du Triangle rectangle  $IHF$  que la Planete auroit parcouru dans le même temps si elle avoit conservé son mouvement circulaire.

Le mouvement de la matière éthérée qui, dans les moyennes distances, suit la première règle de Képler, sera donc retardé en s'approchant de l'Aphélie, de la même quantité que nous avons fait voir qu'il devoit s'accélérer en s'approchant du Périhélie conformément à la seconde règle de Képler.



1

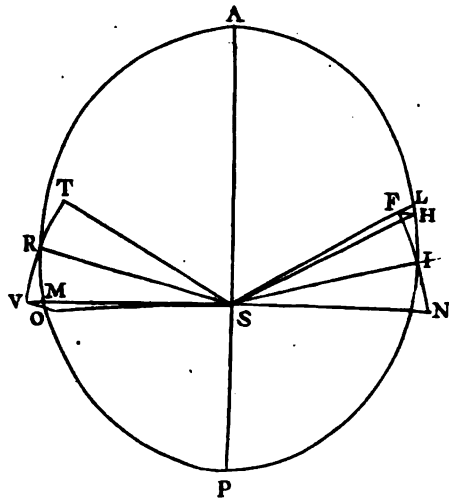


Fig. 3

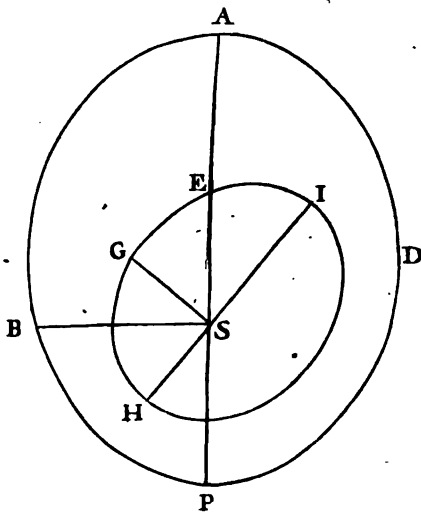


Fig. 2



On pourroit m'objecter que dans l'explication que je viens de donner de l'accélération & du retardement de la matière qui est contenuë dans les orbes de chaque Planete, je suppose que cette matière est retenuë dans chacun de ces orbes sans pouvoir pénétrer de l'un dans l'autre. Mais je crois qu'on ne fera pas de difficulté d'admettre cette hypothese, sans laquelle on ne peut concevoir comment ces orbes peuvent persévérer quelque temps dans l'état où ils se trouvent. Car si cette matière n'étoit point retenuë par quelque force invincible, elle s'en écarteroit par la force centrifuge jusqu'à l'infini, sans pouvoir se conserver dans quelque orbe que ce soit, qui doit être circulaire lorsque la force ou la pression opposée est égale dans toutes ses parties, & Elliptique lorsqu'elle est plus grande dans un endroit que dans un autre. Ainsi quoique ces orbes soient terminés par une matière fluide, ils ne laissent pas de former à leurs surfaces une résistance à peu-près la même que s'ils étoient solides.

Toutes ces raisons, qui paroissent conformes aux loix naturelles des mouvements, nous donnent lieu de conclurre, que bien-loin que le systeme des Tourbillons puisse recevoir quelque atteinte de ce que l'on observe différentes loix de mouvements dans les Planetes par rapport à leurs distances, il peut servir à les concilier ensemble parfaitement, puisqu'on peut regarder la première de ces loix comme générale, & la seconde comme un effet particulier des Tourbillons & de la figure elliptique des orbes des Planetes, qui modifie vers les extrémités de ces orbes, les degrés de vitesse que la matière qui y est contenuë, suivoit par la première loi, & la fait accélérer ou retarder de manière qu'elle fasse décrire aux Planetes des mouvements qui s'accordent aux loix de la seconde regle.



O B S E R V A T I O N S  
ANATOMIQUES ET PATHOLOGIQUES,  
*Au sujet de la Tumeur qu'on nomme ANEVRIUME.*

Par M. P E T I T.

**L**ORSQUE quelque portion d'une Artere a perdu son ressort, elle est moins capable de résister à l'impulsion du sang : cet endroit du canal continuellement poussé par le sang, devient peu-à-peu de plus large en plus large, & successivement on voit s'y former & augmenter peu-à-peu une Tumeur à laquelle on a donné le nom d'*Anevrisme par dilatation* : cet endroit dilaté est, pour ainsi dire, un lac à travers lequel passe le fluide qui le forme.

Lorsque par quelque cause que ce soit, le canal de l'Artere est ouvert ou percé, le sang s'extravase, & forme aux environs de l'ouverture une Tumeur que l'on appelle *Anevrisme par épanchement*.

Ces deux maladies, qui portent le même nom, ont cependant des caracteres bien différents : elles n'ont de commun que d'être formées par le sang artériel, & elles diffèrent en ce que dans la première espece le sang qui forme la tumeur est encore dans la voye de la circulation, & que dans la seconde il est extravasé.

On conçoit aussi que le sang, qui forme la première tumeur, conserve sa fluidité, & qu'il ne cesse point de couler dans le vaisseau ; car s'il passe de la partie supérieure de l'artere dans la partie qui fait la tumeur, il passe aussi successivement de la tumeur dans la partie de l'artere qui est au dessous, de sorte que le sang que contenoit la tumeur dans l'instant *A*, n'est pas précisément le même que celui qu'elle contient dans l'instant *B*.

Au contraire, dans l'Anevrisme par épanchement, le même



sang qui commence à former la tumeur, reste au voisinage de l'ouverture de l'artere, il y perd sa fluidité, se coagule, & ne rentre plus dans la voye de la circulation.

L'Anevrisme par dilatation se forme très-lentement, & son progrès est presque imperceptible, parce que les membranes de l'artere, quoique relâchées, ont encore quelque ressort qui n'obéit à l'impulsion du sang que peu-à-peu; mais l'Anevrisme par épanchement se forme subitement, & il augmente à proportion de la quantité & de la vitesse avec laquelle le sang sort par l'ouverture faite à l'artere.

L'Anevrisme par dilatation est mou, parce que le sang qu'il contient est fluide; & l'Anevrisme par épanchement est dur, parce que le sang qu'il contient est coagulé: c'est par cette même raison que l'Anevrisme par dilatation dispaeroît lorsqu'on le comprime avec les doigts, comme il arrive à une Hernie que l'on réduit, & qu'au contraire on peut presser l'Anevrisme par épanchement, sans que la compression le fasse dispaeroître.

Lorsque l'on touche l'une & l'autre espece d'Anevrisme, on sent presque toujours une pulsation qui répond exactement au mouvement de l'artere, mais cette pulsation est moins sensible à l'Anevrisme fait par épanchement qu'à celui qui est fait par dilatation.

On sent au toucher un fourmillement dans l'Anevrisme par dilatation, & il est rare qu'on apperçoive ce fourmillement dans l'Anevrisme par épanchement.

Lorsqu'on approche l'oreille de l'Anevrisme par dilatation, on entend un bruit semblable à celui que fait l'eau qui passe dans les tuyaux des fontaines: ce bruit ne s'apperçoit que rarement & foiblement à l'Anevrisme par épanchement.

L'Anevrisme par dilatation fait toujours une tumeur égale & circonscrite; au lieu que l'Anevrisme par épanchement est irrégulier & presque toujours confondu avec & dans le corps graisseux.

L'Anevrisme par dilatation ne change point la couleur de la peau; au lieu que dans l'Anevrisme par épanchement la

peau est presque toujours brune & plombée, comme s'il y avoit meurtrissure.

Ces différences caractérisent si parfaitement ces deux maladies, qu'il semble qu'on ne devoit jamais prendre l'une pour l'autre. C'est cependant ce qui arrive quelquefois, & depuis peu plusieurs Médecins & Chirurgiens, tant de Paris que de Province, se sont trouvés de différents sentimens au sujet d'un Anevrisme qu'ils avoient examiné plusieurs fois, même avec attention. Les uns croyoient que la tumeur s'étoit faite par l'épanchement ou l'extravasation du sang de l'artere; & d'autres assûroient qu'elle s'étoit faite par la dilatation de l'artere, & que le sang étoit encore dans le vaisseau; mais quoique d'avis différens sur la nature de la maladie, les uns & les autres convinrent que le seul moyen qu'on pouvoit employer pour guérir le malade étoit l'opération. Elle fut faite en leur présence, & tous furent convaincus que l'artere avoit été ouverte, & que cette tumeur étoit un Anevrisme fait par l'épanchement du sang.

Ce n'est pas la première fois que j'ai vû d'habiles gens être d'avis contraires sur le caractère de cette maladie, que l'on peut voir cependant, que l'on peut toucher, & dont les signes sont si différens. Il est vrai que ceux qui n'ont point vû ces maladies dans tous leurs temps, & qui ne les ont point observées dans leurs progrès, peuvent quelquefois s'y méprendre. Pour en bien juger, il ne suffit pas de sçavoir que tels ou tels symptômes accompagnent leur naissance, puisque de jour en jour ces symptômes peuvent augmenter ou diminuer, qu'ils disparaissent même, & qu'à leur place il s'en substituent d'autres tout différens, qui en imposent à ceux qui ne sont pas prévenus de la possibilité & de l'existence de ces variations.

J'ai observé plusieurs fois qu'un Anevrisme par dilatation peut paroître, & même devenir Anevrisme par épanchement, & qu'un Anevrisme par épanchement peut paroître Anevrisme par dilatation.

On sçait que tant que la portion d'une artere affoiblie ne

fait que se dilater sans se rompre, la tumeur qu'elle forme ne peut être qu'un Aneurisme par dilatation, & qu'on la reconnoît presque toujours aux signes que nous avons attribués à cette espece d'Aneurisme; mais quand la poche ou sac aneurismal, à force de se dilater, vient à s'ouvrir, le sang s'épanche hors du sac, & la tumeur qu'il forme grossit à proportion de la quantité du sang qui sort de cette poche. Ce sang épanché se coagule, & dès-lors on ne trouve plus cette tumeur molle qu'une légère compression faisoit rentrer & disparaître; la pulsation semble être plus foible, le bruissement diminué, disparaît même entièrement, & cet Aneurisme qui dans le commencement étoit un Aneurisme par dilatation, & en avoit tous les symptômes, devient, pour ainsi dire, Aneurisme par épanchement, & l'on y apperçoit la plupart des signes de l'un & de l'autre Aneurisme, parce qu'alors cette maladie est un composé des deux.

Ce changement n'est pas le seul qui puisse arriver à l'Aneurisme par dilatation, comme on verra par les observations que j'ai faites sur cette maladie, & que je rapporterai dans un autre Mémoire. Je me contenterai présentement de donner une partie de celles que j'ai sur l'Aneurisme qui survient à l'artere ouverte, que l'on appelle *Aneurisme par épanchement*, & dont j'ai donné ci-dessus les signes caractéristiques.

Je commence par celle-ci, parce qu'elle a beaucoup de rapport avec les Hémorragies, sur-tout avec celles dont j'ai traité dans le Mémoire de l'année 1735. Il est bon de se ressouvenir qu'il est dit dans ce Mémoire, que lorsque le Canal de l'Artere n'est que médiocrement ouvert, si l'on fait une compression convenable, le sang formera un caillot qui, en bouchant l'ouverture de l'artere, empêchera le sang de sortir, non seulement pendant la cure de la maladie, mais encore après la guérison, & que dans la suite ce caillot ne diminuera que comme la cicatrice des playes diminuë, c'est-à-dire, à mesure qu'elles s'affermissent. Le jour que je lus ce Mémoire, je montrai pour la seconde fois à l'Académie, une Artere qui avoit été ainsi blessée, & guérie par le moyen

d'un caillot, sur lequel caillot j'avois fait quelques expériences qui prouvent sa solidité & sa durée ; deux choses qui lui sont essentielles pour procurer la guérison de semblables Hémorragies.

Mais toutes les Arteres qui ont été ouvertes ne se guérissent pas de même, parce que le caillot qui s'y forme n'est pas toujours assés solide, ni par conséquent assés durable ; & s'il n'a pas toujours la même solidité, c'est parce qu'il ne se forme pas toujours dans les mêmes circonstances : c'est ce qui m'a engagé à faire quelques recherches pour découvrir quelles sont les circonstances favorables à la formation d'un caillot solide, & à chercher les moyens d'y suppléer lorsqu'elles ne s'y rencontrent pas ; ce qui n'arrive que trop souvent, soit de la part de la maladie, soit de la part du malade, & quelquefois même de celle du Chirurgien.

Cette matière est fort étendue ; elle comprend une infinité de faits qui méritent d'être examinés en particulier & à fond. Je commence par celui qui a fait la contestation, dont j'ai parlé ci-dessus, parce que je le crois plus propre à me conduire par degrés à l'examen des autres.

L'Anevrisme dont il étoit question, étoit causé par l'ouverture de l'Artere à l'occasion d'une Saignée. Je vis le malade pour la première fois cinq semaines après cette fatale Saignée. L'ouverture extérieure étoit parfaitement réunie dès le premier jour ; la tumeur n'excédoit pas la grosseur d'un petit œuf de Poule. La pulsation n'y étoit pas plus manifeste qu'elle l'est ordinairement dans cette espece, & de plus en comprimant, on faisoit rentrer une grande partie de la tumeur, & on la réduisoit à un très-petit volume. Ces circonstances qui ne se rencontrent ordinairement que dans l'Anevrisme par dilatation, en avoient imposé à plusieurs, qui ne pouvoient croire que cette tumeur fût un Anevrisme par épanchement ; mais quoiqu'il ne soit pas ordinaire que l'Anevrisme par épanchement disparoisse en le comprimant, ni que la pulsation y soit si manifeste qu'elle l'étoit dans celui-ci ; cela ne suffisoit pas au Médecin & au Chirurgien pour les  
déterminer

déterminer à croire que cette tumeur étoit un Anevrisme par dilatation ; il falloit qu'ils se rappellassent les autres circonstances contradictoires dont j'ai fait ci-dessus l'énumération, & ils ne se seroient pas trompés. Il ne falloit même que le récit fait par le malade, de tout ce qui lui étoit arrivé.

Par les questions qui lui furent faites, il nous apprit que dans l'instant de la Saignée le sang avoit dardé par secousses ; que le Chirurgien avoit eu beaucoup de peine à l'arrêter ; qu'il avoit doublé & triplé les compresses & le bandage ; qu'il lui avoit recommandé le repos, sur-tout celui du bras ; qu'il lui fit plusieurs Saignées en conséquence, & lui prescrivit un régime très-sévère. Tant de précautions font croire que le Chirurgien n'ignoroit pas le malheur qui lui étoit arrivé ; aussi fit-il ce qu'il put pour y remédier, & il eut l'avantage de réussir. L'artere & la playe extérieure se fermèrent ; le malade étoit en voye de guérison, & seroit guéri, selon toute apparence, s'il avoit continué les remedes, mais au bout de douze jours il quitta son bandage. Deux ou trois jours après l'avoir quitté, il s'aperçut d'une petite grosseur molle & accompagnée de pulsation, mais qui rentroit en la pressant. Ayant fait un effort huit ou dix jours après, il sentit de la douleur à son bras ; sur le champ la petite tumeur devint beaucoup plus grosse. Son Chirurgien y appliqua un nouveau bandage compressif, & lui ordonna la Saignée, le repos, & les autres choses qu'il lui avoit ci-devant ordonnées, & qui avoient si-bien réussi.

Sur le rapport de toutes ces choses, on ne devoit pas douter du caractère de cette maladie, d'autant plus que la tumeur n'étoit pas régulière comme l'est toujours l'Anevrisme par dilatation ; le fourmillement ne s'y appercevoit point du tout, la couleur de la peau étoit changée, la mollesse, la pulsation & la diminution de la tumeur, lorsqu'on la comprimoit, tout y étoit moins marqué que dans l'Anevrisme par dilatation.

Voilà quelle étoit la maladie, & voici quelles en ont été les suites. On continua le bandage compressif pendant quelque

temps ; mais malgré la compression , qui sans doute n'étoit pas exacte , on a vû la tumeur augmenter de jour à autre , ce qui déterminâ le malade à venir à Paris pour se faire faire l'opération.

Lorsque la peau fut suffisamment ouverte , je trouvai beaucoup de sang très-noir , mais encore un peu fluide , parce que , quoiqu'il parût le plus éloigné du vaisseau , il étoit , comme on dira ci-après , le dernier qui fût sorti par l'ouverture de l'artere. Ce sang entouroit une masse de la grosseur d'un œuf d'Oye , couverte de sang un peu plus caillé & moins noir que le premier : celui-ci enveloppoit une troisième substance encore moins noire , mais si ferme & si solide , que ceux qui n'ont point fait ou vû faire l'opération de cette espece d'Anevrisme , auroient pû prendre cet amas de caillots pour de la chair , s'ils ne s'en fussent rapportés qu'à sa couleur & à sa consistance.

Je passai mon doigt autour de cette masse de caillots *NN* (*Fig. 7.*) , je la détachai entièrement & avec facilité , excepté à l'endroit *OO* (*Fig. 7.*) placé sur l'ouverture de l'artere , à laquelle elle étoit fort adhérente ; ce fut alors que le corps de l'artere parut à découvert de la longueur d'un pouce. Dans le milieu de cette étendue *DD* (*Fig. 1. & 3.*) étoit l'ouverture ou l'incision qu'avoit faite la Lancette ; cette incision , qui étoit oblique , avoit au moins la longueur de trois lignes.

Après avoir fait l'opération , dont les suites furent très-heureuses , je ramassai tous les Caillots (*Fig. 6.*) que je présentai à l'Académie , & que je séparai les uns des autres en sa présence. *Voyés les Figures que j'en fis dessiner alors.*

Dans la première & la seconde Figure on voit le Tronc de l'Artere brachiale *A* (*Fig. 1.*) avec ses trois branches *BBB* ; on voit aussi la Tumeur *CCCC* (*Fig. 2.*) qui ne parut ainsi distincte qu'après l'écoulement du sang le plus fluide. Ce sang , comme j'ai dit , étoit sorti le dernier , & n'avoit pas eu le temps de se coaguler. La surface extérieure de cette Tumeur étoit couverte d'un sang noir & caillé , moins dur que les caillots qui formoient l'intérieur , & qu'on peut voir dans la

Figure troisième & dans la quatrième, qui représentent la Tumeur coupée verticalement. *CCCC* (*Fig. 3. & 4.*) est, pour ainsi dire, l'écorce de la Tumeur; *FF'* (*Fig. 3.*) sont les caillots qui en forment l'intérieur, & qui sont représentés par couches depuis l'ouverture de l'artere au point *D* (*Fig. 3.*) jusqu'à l'extérieur.

Je séparai ces Caillots les uns des autres avec facilité, & je fis observer qu'ils n'étoient pas tous au même degré de solidité. Le plus dur *G* (*Fig. 3.*) couvroit immédiatement l'ouverture de l'Artere; le sang continuellement poussé contre ce Caillot, lorsqu'il étoit encore trop mou pour lui résister, en avoit formé une espece de poche ou appendice *G* dans laquelle le sang entroit, & de laquelle à chaque pulsation il sortoit en partie & rentroit dans l'Artere, de la même manière que le sang entre & sort de la poche qui forme l'Anevrisme par dilatation. Cette appendice étoit aussi grande que la coquille d'une grosse Noisette, & elle étoit fort adhérente au bord de l'ouverture & à la partie extérieure de l'Artere même. Sa surface intérieure étoit lisse & polie, comme l'intérieur de tous les vaisseaux sanguins. Sa surface externe étoit adhérente avec le second Caillot. Celui-ci, placé sur l'extérieur du premier, en avoit la figure, mais il étoit plus grand, moins solide & moins adhérent au troisième qu'au premier; le troisième & tous les autres successivement jusqu'au plus extérieur, toujours placés les uns sur les autres, avoient plus d'étendue & moins de solidité. Voyés les Figures 5 & 6, *G*, premier Caillot, & les autres 2, 3, 4, 5, 6, &c.

La grandeur, la consistance & la position différentes de tous ces Caillots, m'ont fait penser que non seulement leur formation étoit successive, mais que chacun d'eux étoit le produit d'une hémorragie. En effet le sang n'a été arrêté d'abord que parce qu'il s'est formé un caillot qui a bouché l'ouverture de l'artere. Ce bouchon naturel réussit toujours, pourvu que l'on ait soin de le soutenir par le bandage; que le malade observe le régime, & qu'il garde le repos convenable jusqu'à ce que ce caillot ou bouchon soit suffisamment adhérent aux

bords de l'ouverture, & même à l'extérieur de l'artere, & qu'il s'y soit durci assés pour résister à l'impulsion du sang autant que faisoit cet endroit même de l'artere avant sa blessure.

Le caillot du malade dont il s'agit, avoit déjà de fortes adhérences avec les bords & le voisinage de l'ouverture : il avoit assés de solidité pour résister aux impulsions du sang, & il y a résisté tant qu'elles ont été modérées, & que le caillot a été soutenu par le bandage. On peut donc raisonnablement croire que si le malade eût conservé assés longtemps le bandage, & qu'il se fût modéré dans ses mouvements, il auroit pû guérir parfaitement sans opération, de même que celui que j'ai rapporté dans le Mémoire de 1735 ; mais ne l'ayant pas fait, ce caillot encore trop foible, n'étant plus soutenu, a été forcé d'obéir à l'impulsion du sang qui l'a étendu peu-à-peu, & en a formé la poche *G* (*Figures 4, 5 & 6.*).

En faisant l'opération, j'ai trouvé cette poche, ou caillot, encore adhérente à toute la circonférence de l'ouverture de l'artere, excepté à un point *H* (*Fig. 3.*) duquel il n'avoit été détaché que par l'effort considérable que fit le malade douze jours après avoir quitté son bandage.

C'est par ce point *H* de séparation que sortit le sang qui forma le second caillot, & c'est par cette ouverture bouchée par ce second caillot, mais renouvelée à sept ou huit différentes reprises éloignées de plusieurs jours les unes des autres, qu'est sorti le sang qui a formé les sept ou huit caillots qui composoient la tumeur.

Ce seroit ici le lieu de faire remarquer que pendant la formation successive de tous les Caillots, la tumeur a pû en imposer, parce qu'elle a dû paroître alternativement, tantôt sous la forme de l'Anevrisme par épanchement, & tantôt sous la forme de l'Anevrisme par dilatation, mais je n'entrerai point dans ce détail, parce qu'il fait partie d'un autre Mémoire. Je me borne présentement à dire que ces caillots ne sont ainsi distingués les uns des autres par leurs différentes grandeurs & leurs différents degrés de couleur & de consistance, que



quand le premier caillot n'est point entièrement détaché par le sang qui fait la seconde hémorragie, & j'ai observé que dans ce cas seulement les caillots doivent être ainsi distincts, parce que le premier caillot conservant presque toutes ses adhérences à l'ouverture de l'artere, le sang de la seconde hémorragie ne le détache point, il résiste & conserve sa place près de l'ouverture de l'artere, ce qui oblige le sang qui sort, à passer par dessus; celui-ci recouvre ce premier caillot, se coagule à son tour, & forme le second caillot. S'il survient une troisième hémorragie, le sang sortant toujours par la même ouverture, passera par dessus le second caillot, & formera le troisième, & ainsi de suite; de sorte que tant qu'il surviendra de nouvelles hémorragies, & que les premiers caillots conserveront leurs adhérences, les nouveaux caillots seront toujours placés au dessus des précédents, & ils seront toujours de plus grands en plus grands.

A l'égard de leur consistance, elle est, & doit être proportionnée, ainsi que leur couleur, au temps qui se sera écoulé entre chaque hémorragie, & par conséquent entre la formation d'un caillot & celle de l'autre: le premier sera toujours le plus ferme, parce qu'il y aura plus long-temps que le sang qui l'a formé aura été extravasé; la lymphe aura eu plus de temps pour se séparer & pour se durcir: par la même raison le second, le troisième, & les autres jusqu'au dernier formé, auront moins de consistance, & toujours à proportion du temps qui se sera écoulé entre la formation de l'un, & celle de l'autre.

Il y a encore une observation à faire sur la facilité avec laquelle on sépare les caillots les uns des autres, elle ne vient pas seulement de ce qu'ils n'ont point le même degré de consistance, mais encore de ce qu'il se trouve entr'eux une espece de diploë, c'est-à-dire, une portion de caillot plus molle que l'autre, cette substance est plus rouge que la portion solide des caillots, elle est moins lymphatique, & je la regarde comme la partie rouge du sang qui s'est séparée de la lymphe après chaque hémorragie; car, comme je l'ai dit

dans mes premiers Mémoires sur les Hémorragies, lorsque le sang est en repos, la partie blanche se sépare, elle s'élève au-dessus de la rouge, & se coagule séparément, & c'est ce qui fait la partie solide du caillot : à l'égard de la portion rouge, elle reste fluide, ou ne se congèle que foiblement, mais toujours à proportion de ce qu'elle a retenu de lymphé. Suivant cette observation, la partie du caillot la plus extérieure doit être la plus solide, parce qu'elle contient presque toute la lymphé, & l'intérieure doit être la plus molle, parce qu'elle contient presque toute la partie rouge; conséquemment la substance molle ou le diploé, qui est entre le premier caillot & le second, appartient toute au second caillot ; celle qui se trouve au dessus de celui-ci, appartient au troisième caillot, & ainsi des autres. A l'égard de la partie rouge qui auroit dû appartenir au premier caillot, comme elle a dû se trouver du côté de l'ouverture de l'artere, il y a lieu de croire qu'elle a été entraînée par le sang qui coule continuellement dans l'artere.

Ce que je viens de dire est prouvé par l'observation : quand les hémorragies sont venues les unes près des autres, on ne trouve point cette gradation entre les caillots. J'ai fait plusieurs opérations de l'Aneurisme, sans qu'elle s'y soit trouvée ; & on voit qu'elle y est moins remarquable, selon qu'il y a eu plus ou moins d'intervalle entre les hémorragies ; car si la seconde hémorragie vient avant que le caillot de la première ait eu le temps de durcir, & de se rendre adhérent à l'ouverture de l'artere, le sang chassera ou pénétrera le caillot. La troisième hémorragie, & celles qui suivent, feront la même chose, si elles se font proche les unes des autres, & alors on ne distinguera point les caillots, ils seront pénétrés par le sang, & pêle-mêle les uns dans les autres ; au lieu que si les hémorragies ne viennent qu'à plusieurs jours de distance les unes des autres, & que le premier caillot conserve son adhérence, les caillots seront si différents par leur grandeur, leur couleur & leur consistance ; que sans être instruit du nombre des hémorragies, on le pourroit savoir par le nombre





de caillots qu'on trouve dans la tumeur; & même, de plusieurs hémorragies, on peut sçavoir celles qui ont été plus ou moins fortes par l'épaisseur des caillots, & celles qui ont été plus proches ou plus éloignées par la consistance & la couleur de ces mêmes caillots. Ces observations ne sont pas simplement curieuses, elles m'ont servi dans la pratique des opérations que j'ai été obligé de faire à l'occasion des artères ouvertes, & j'espère en tirer les moyens d'éviter ces opérations, ou de les rendre plus sûres, plus faciles & moins douloureuses.

**R E S O L U T I O N**  
**D'UNE QUESTION ASTRONOMIQUE,**  
**UTILE A LA NAVIGATION.**

*Trouver l'Heure du jour, la hauteur du Pole & l'Azimuth  
pour la variation de l'Aiguille, en observant deux fois  
la hauteur du Soleil ou d'un autre Astre, avec le temps  
écoulé entre les deux Observations.*

Par M. P I T O T.

**L**ORSQU'ON veut prendre hauteur en pleine Mer, on est le plus souvent incertain de l'heure du jour & de la variation de l'Aiguille. On ne peut prendre que la hauteur de l'Astre sur l'horison, ce qui n'étant pas suffisant pour déterminer la latitude, on est obligé d'attendre que l'Astre soit au Méridien; mais on manque encore des moyens de connoître le moment que l'Astre est au Méridien, ne connoissant ni l'heure du jour, ni la vraie variation de la Boussole. La Méthode suivante satisfait à tout, & sera facile à pratiquer par les personnes qui ont quelque usage du calcul des Triangles sphériques.

29 Août  
1736.

Si l'on prend le Cercle  $ACZPD$  pour représenter le Méridien du lieu de l'Observation, les points  $P$  &  $p$  pour

les Poles du Monde, le point  $Z$  le Zénit, &  $z$  le Nadir; la ligne  $AB$  représentera l'Horison,  $CD$  l'Equateur,  $EF$  le Parallele à l'Equateur suivant la déclinaison de l'Astre dont le lieu est en  $S$  au moment de la première observation, & en  $s$  à celui de la seconde. Les Arcs  $PSRp$  &  $Psrp$  représenteront des Cercles horaires, & les Arcs  $ZSTz$  &  $Zstz$  des Azimuths ou Cercles verticaux passant par l'Astre.

Tout le monde sçait qu'excepté la Lune, la quantité dont tous les autres Astres changent de déclinaison pendant environ une heure de temps, n'est presque pas sensible, & qu'on peut, sans erreur sensible, n'y avoir aucun égard; ainsi nous pouvons supposer que la déclinaison de l'Astre est connue, quoique l'heure à laquelle on prendra sa hauteur sur l'horison ne le soit pas; on connoîtra donc les Arcs  $RS$ ,  $rs$ , de la déclinaison de l'Astre, & leurs compléments  $SP$ ,  $sp$ . Les hauteurs  $TS$ ,  $ts$ , de l'Astre sur l'horison ayant été observées & corrigées, suivant les Tables des Réfractions: les compléments  $ZS$ ,  $zs$ , seront connus. Enfin connoissant le temps écoulé entre les deux observations, l'angle  $SPs$  sera connu. Sur quoi nous observerons encore, qu'il sera toujours très-facile de mesurer ce temps en Mer, soit au moyen d'une bonne Montre ou d'un Pendule à secondes que l'on tiendrait à la main en comptant les vibrations.

Dans le Triangle  $PSs$ , connoissant les deux côtés  $PS$ ,  $Pf$ , avec l'angle qu'ils comprennent  $SPs$ , on trouvera le côté  $Ss$  & l'angle  $PSs$ .

Les trois côtés du Triangle  $ZSs$  seront connus, d'où l'on trouvera l'angle  $sSZ$ , lequel étant retranché de l'angle  $PSs$ , on aura l'angle  $PSZ$ . Enfin dans le Triangle  $PSZ$  connoissant les deux côtés  $PS$  &  $ZS$  avec l'angle qu'ils comprennent  $PSZ$ , on trouvera l'angle  $SPZ$ , lequel étant réduit en temps, donnera l'heure précise de la première observation. On trouvera ensuite le côté  $PZ$ , complément de l'élévation du Pole, & enfin l'angle azimuthal  $PZS$ , qui donnera le vertical de l'Astre au moment de la première observation; on trouvera aussi, si l'on veut, l'angle  $SZs$  pour avoir

avoir le vertical de l'Astre au moment de la seconde observation.

## E X E M P L E.

Nous supposons ici que les deux hauteurs verticales du Soleil sur l'horison ont été trouvées, la première  $TS$ , de  $36^{\circ} 53'$ , & la seconde  $ts$ , de  $45^{\circ} 53'$ ; que le temps entre les deux observations est d'une heure juste, & enfin que la déclinaison du Soleil  $RS$  pour le jour, & même à peu-près l'heure de l'observation, est de  $13^{\circ} 50'$ .

Les Arcs  $ZS$ ,  $Zs$ , complément de la hauteur du Soleil, seront, le premier  $ZS$ , de  $53^{\circ} 7'$ , & le second  $Zs$ , de  $44^{\circ} 7'$ .

L'Angle horaire  $SPs$  fera de  $15^{\circ}$ , & les Arcs  $SP$ ,  $sP$ , complément de la déclinaison du Soleil, seront de  $76^{\circ} 10'$ , supposé qu'on ne veuille point avoir égard au petit changement de déclinaison du Soleil pour une heure de temps.

Dans le Triangle  $PSs$ , on trouvera l'angle  $PSs$  par cette analogie:

Comme le sinus total .....	100000000
est au sinus du complément du côté $PS$ , de $76^{\circ} 10'$ , ou de $13^{\circ} 50'$ .....	93785767
Ainsi la tangente de la moitié de l'angle $SPs$ de $7^{\circ} 30'$ .....	91194294
à la tangente du complément de l'angle $PSs$ .....	84980061

D'où l'on trouvera l'angle  $PSs$  de  $88^{\circ} 12'$ .

Il faut à présent trouver le côté  $Ss$  par l'analogie suivante:

Comme le sinus total .....	100000000
est au sinus de $PS$ $76^{\circ} 12'$ .....	99872171
Ainsi le sinus de $7^{\circ} 30'$ , moitié de l'an- gle $SPs$ .....	91156977
au sinus de la moitié de $Ss$ .....	91029148

Lequel sinus appartient à un angle de  $7^{\circ} 47'$ , ainsi le côté  $Ss$  sera de  $14^{\circ} 34'$ .

Mem. 1736.

K k

# 258 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Dans le Triangle  $ZSf$ , on connoît les trois côtés;  
 ſçavoir, le côté  $ZS$  de.....  $53^{\circ} 7'$   
 le côté  $Zf$  de .....  $44^{\circ} 7'$   
 & le côté  $Sf$  de.....  $14^{\circ} 34'$

La ſomme des trois côtés eſt .....  $111^{\circ} 48'$

La moitié de cette ſomme.....  $55^{\circ} 54'$

Mais lorsqu'on connoît les trois côtés d'un Triangle ſphérique, la regle la plus ſimple pour trouver un des angles, eſt de prendre les deux excès ou les deux différences entre la moitié de la ſomme des trois côtés & les deux côtés qui comprennent l'angle qu'on cherche; ainſi pour trouver l'angle  $ZSf$  de la moitié de la ſomme des trois côtés  $50^{\circ} 54'$ , il faut ôter le côté  $Sf$  de .....  $14^{\circ} 34'$ , pour avoir le premier excès de.....  $41^{\circ} 20'$ , & ôter le côté  $ZS$  de.....  $53^{\circ} 7'$ , pour avoir le ſecond excès de.....  $2^{\circ} 47'$ , on fera cette analogie :

Comme le produit ou rectangle des ſinus des deux côtés  $ZS$ ,  
 $Sf$ , qui comprennent l'angle qu'on cherche,  
 eſt au rectangle des ſinus des deux excès trouvés ci-deſſus,

Ainſi le quarré du ſinus total  
 ſera au quarré du ſinus de la moitié de l'angle qu'on cherche.

Côté  $ZS$   $53^{\circ} 7'$  ſinus logarithme...  $99030136$

Côté  $Sf$   $14^{\circ} 34'$  ſinus logarithme...  $94005489$

Logarithme du rectangle des ſinus.....  $193035625$

1<sup>er</sup> excès  $41^{\circ} 20'$  ſinus logarithme.....  $98198325$

2<sup>d</sup> excès  $2^{\circ} 47'$  ſinus logarithme.....  $86862718$

Logarithme du rectangle des deux excès...  $185061043$

Quarré du rayon.....  $200000000$

Enfin on trouvera que le 4<sup>me</sup> terme de la  
 proportion ou analogie ci-deſſus eſt.....  $192025418$

dont la moitié eſt .....  $96012709$

pour le ſinus logarithme de la moitié de l'angle  $ZSf$ , qu'on



trouve de .....  $23^{\circ} 32'$   
 Ainsi tout l'angle  $ZSf$  sera de .....  $47^{\circ} 4'$

De l'angle  $PSf$  de .....  $88^{\circ} 12'$   
 il faut ôter l'angle  $ZSf$  de .....  $47^{\circ} 4'$   
 pour avoir l'angle  $PSZ$  de .....  $41^{\circ} 8'$

Dans le Triangle  $PSZ$  les côtés  $PS$ ,  $ZS$ , étant connus, avec l'angle compris  $PSZ$ , on trouvera l'angle  $SPZ$  par les deux analogies suivantes:

Comme le sinus total. .... 100000000  
 au sinus complément de l'angle  $PSZ$ ,  
 de  $41^{\circ} 8'$  ..... 98768993  
 Ainsi la tangente du côté  $SZ$ , de  $53^{\circ} 7'$ ... 101247266  
 à la tangente d'un arc ou segment  $SX$  qu'on  
 trouve de ..... 100016259  
 & qui donne l'arc  $SX$  de .....  $45^{\circ} 6'$   
 du côté  $SP$  de .....  $76^{\circ} 10'$

Retranchant  $SX$  de .....  $45^{\circ} 6'$   
 reste le segment  $XP$  de .....  $31^{\circ} 4'$

Il faut faire cette autre analogie:

Comme le sinus de  $XP$  de  $31^{\circ} 4'$ ... 97126729  
 est au sinus de  $SX$  de  $45^{\circ} 6'$  ..... 98502417  
 Ainsi la tangente de l'angle  $PSZ$  de  $41^{\circ} 8'$ .. 99412036  
 à la tangente de l'angle qu'on cherche  $SPZ$ , 100787724  
 & qu'on trouve de .....  $50^{\circ} 10'$ ,

Lequel étant réduit en temps solaire, donne l'heure & le moment de la première observation à  $3^h 20' 7''$  après-midi, ou à  $8^h 39' 53''$  du matin.

Pour avoir à présent l'arc  $PZ$  du complément de l'élevation du Pole, on fera cette analogie:

Comme le sinus de  $SPZ$  de  $50^{\circ} 10'$ ... 98853109  
 est au sinus de son côté opposé  $ZS$  de  $53^{\circ} 7'$ .. 99030136  
 Ainsi le sinus de l'angle  $ZSP$  de  $41^{\circ} 8'$ ... 98181028  
 est au sinus de son côté opposé  $ZP$ , de ..... 98358055

K k ij

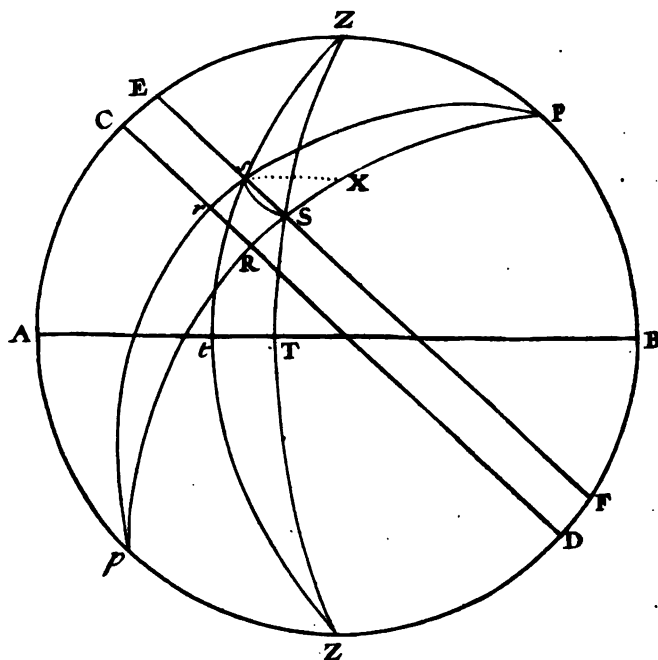
260 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE  
ou du complément de l'élévation du Pole de...  $43^{\circ} 15'$   
ainsi la hauteur du Pole du lieu de l'observation  
fera de .....  $46^{\circ} 45'$

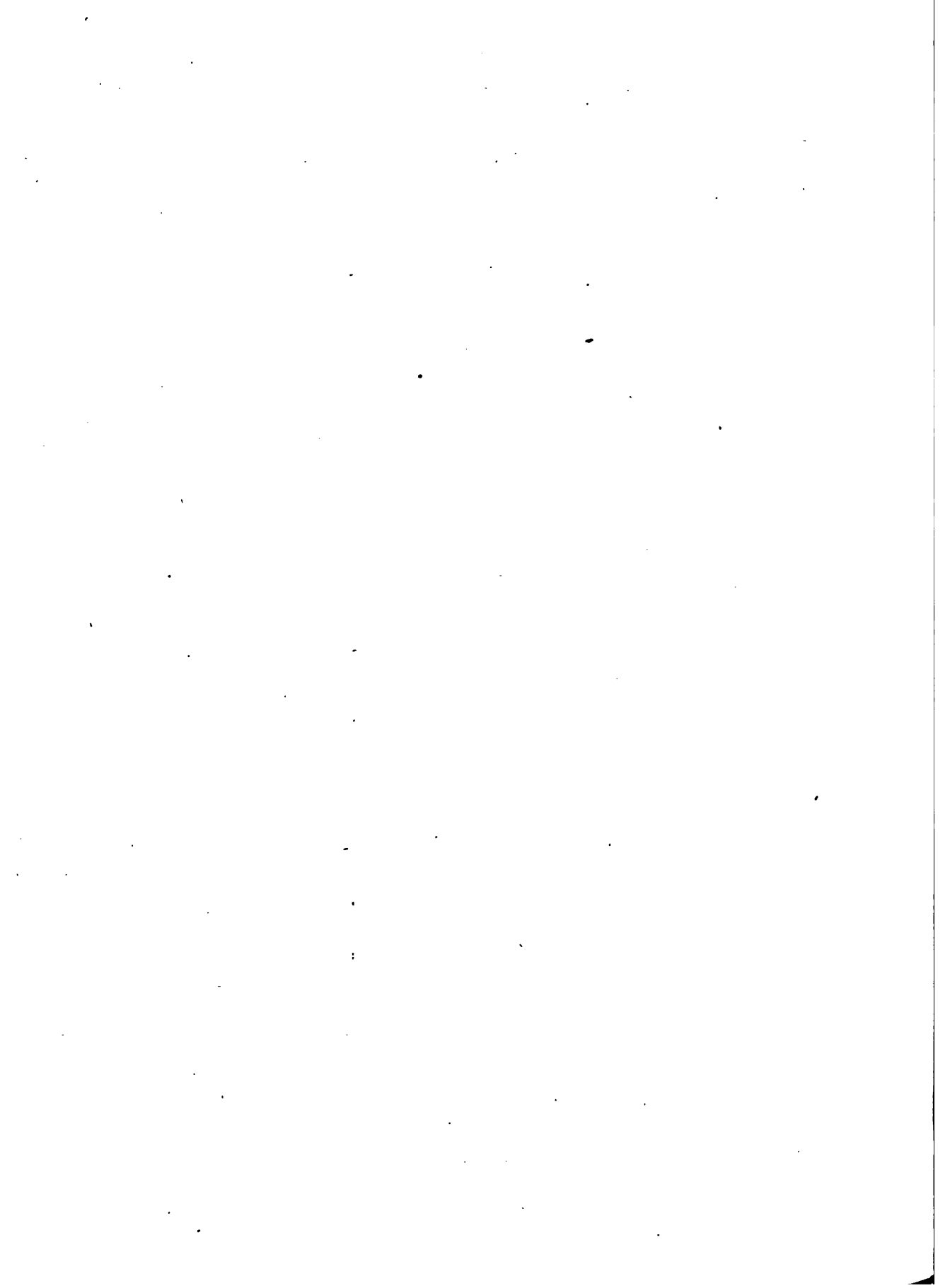
Pour trouver l'Azimuth du Soleil, ou l'angle  $PZS$ , on  
fera cette analogie :

Comme le sinus du côté  $ZS$  ..... 99030136  
au sinus de son angle opposé  $SPZ$ ..... 98853109

Ainsi le sinus du côté  $SP$ ..... 99872171  
au sinus de son angle opposé  $PZS$ ..... 99695144

Ainsi l'angle azimuthal ou du vertical du Soleil, au moment  
de la première observation, fera de .....  $68^{\circ} 47'$





# OBSERVATION DE L'ECLIPSE TOTALE DE LUNE,

*Arrivée le 26 Mars au soir 1736, à Paris.*

Par M.<sup>rs</sup> LE MONNIER.

**A** 10<sup>h</sup> 23' 0" commencement de l'Eclipsé.  
 10 29 45 l'ombre au milieu d'Aristarque.  
 10 48 15 l'ombre au milieu de Platon.  
 10 50 30 l'Eclipsé est de 6 doigts 0 minute.  
 11 16 0 la Mer des Crises entièrement plongée  
                   dans l'ombre.  
 11 19 25 Immerfion.

La Lune ne disparut point pendant le temps de l'obscurité, mais on appercevoit son disque affés bien terminé, & couvert d'une lumière rougeâtre si foible, qu'il ne fût pas possible d'observer la hauteur méridienne, ni de mesurer la distance à quelques petites Etoiles qui étoient fort proches de son bord. La plus grande difficulté venoit de la lumière d'une bougie dont on vouloit se servir pour éclairer les fils de la Lunette, car auffi-tôt que cette lumière éclairoit ces fils autant qu'il étoit nécessaire pour les appercevoir, la Lune dispa-roissoit totalement dans la Lunette.

*Le 27 Mars au matin.*

**A** 0<sup>h</sup> 57' 25" Emerfion.  
 1 1 35 Grimaldi à moitié découvert.  
 1 6 10 Aristarque à moitié découvert.  
 1 17 15 l'ombre au milieu de Platon.  
 1 28 15 l'Eclipsé est de 6 doigts 0 minute.  
 1 50 20 la Mer des Crises est entièrement hors de  
                   l'ombre.

K k iij

262 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

à 1<sup>h</sup> 52' 0" l'Eclipse est de 1 doigt 0 minute.

1 56 0 fin de l'Eclipse.

Par le commencement & la fin de l'Eclipse, *Le 27 Mars  
au matin*

le milieu a dû arriver à..... 0<sup>h</sup> 9' 30"

Par l'une & l'autre phase, de 6 doigts à..... 0 9 22 $\frac{1}{2}$

Par l'Immersion & l'Emerfion à..... 0 8 25.

Le diametre de la Lune avant l'Eclipse, 2117 parties  
de Micrometre, & après l'Eclipse 2112, dont le diametre  
du Soleil occupoit à midi, dans la même Lunette, 2027  
parties.

S U P P L E M E N T  
A U X D E U X M É M O I R E S

*Que j'ai donnés en 1735,*

*SUR L'ALUN ET SUR LES VITRIOLS.*

Par M. L É M E R Y.

**O**N m'a fait quelques difficultés sur la définition que j'ai apportée de l'Alun, sur le moyen dont je me suis uniquement servi pour le vérifier & le désigner, & sur l'Alun que j'ai découvert dans les Vitriols d'Angleterre & d'Allemagne, & dans le Vitriol blanc ordinaire; ces difficultés ont donné lieu à quelques expériences & réflexions qui m'ont paru servir à une plus parfaite intelligence de la nature & des véritables signes caractéristiques de l'Alun, & même à quelques autres éclaircissements que l'occasion a fait naître.

6 Juin  
1736.

J'ai dit dans mon premier Mémoire, que l'acide vitriolique qui se trouve dans les entrailles de la terre, & qui s'y engage dans une terre blanche & alkaline, y forme de l'Alun, comme celui qui s'incorpore dans un métal, ou dans une matière grasse, y produit du Vitriol ou du Soufre commun, & chacune des bases de ces trois corps, aussi-bien que le caractère particulier de leurs acides, se prouvent si clairement par diverses expériences chimiques, qu'il n'est pas permis d'en douter.

Le moyen qui m'a paru le meilleur & le plus sûr pour reconnoître & distinguer l'Alun, ç'a été l'analyse par le secours de laquelle on le réduit en une terre blanche & un acide vitriolique; mais comme celle qui se fait par le feu, demande bien du temps & du travail, & qu'il est impossible de vérifier sur le champ par cette voye, si un Sel dont on ignore la nature, est de l'Alun ou non; j'ai proposé pour cela le

mélange de l'Huile de Tartre par défailance, qui dans l'instant décompose l'Alun, & cela en précipitant la terre blanche de ce minéral, & se chargeant de son acide, avec lequel elle forme ce qu'on appelle *un Sel de duobus*, ou un Tartre vitriolé, c'est-à-dire, un Sel de Tartre chargé d'un acide vitriolique qui donne au Sel moyen qui résulte de ce mélange, un caractère particulier, que tout autre acide ne pourroit lui communiquer. Par-là on sépare & on manifeste en peu de temps les deux parties essentielles de l'Alun, & j'ai crû qu'avec un signe de cette nature pour reconnoître promptement l'Alun, on pouvoit se passer de celui qu'on employe communément pour cela, & qui n'instruit pas de même des deux parties essentielles dont l'Alun est composé.

C'est aussi sur la connoissance de ces deux parties contenues dans l'Alun, que j'en ai établi la définition, & que j'ai avancé, à l'occasion de quelques objections qui m'ont été faites pendant la lecture de mon second Mémoire, qu'on devoit entendre par le mot d'*Alun*, un Sel minéral composé d'un acide vitriolique, & d'une terre blanche & alcaline, de même qu'un métal réduit en Sel par un acide vitriolique est du Vitriol, & que toute Huile unie intimement à un acide vitriolique, est du Soufre commun; qu'enfin c'est l'union de l'acide vitriolique avec une terre qui constituë & distingue l'Alun, & qui en forme le caractère essentiel, de même que l'union du même acide vitriolique avec un métal, ou avec une matière grasse, constituë le Vitriol ou le Soufre commun, & distingue l'un & l'autre, de tout autre composé.

On pourroit même dire que comme le mot de *Vitriol* ne s'attribuë pas seulement, parmi les Chimistes, à un acide vitriolique, mais encore à toute autre sorte d'acides introduits dans un métal quelconque, & formant avec eux un Sel concret, on pourroit aussi entendre par *Alun*, toute terre alcaline pénétrée & réduite en Sel concret par toute autre sorte d'acides, que par celui qu'on nomme *Vitriolique*; mais on confondroit alors les Vitriols & les Aluns artificiels avec les naturels, & nous ne voulons parler ici que de ces derniers,

ou de



ou de ceux que l'Art forme, à leur imitation, avec l'acide vitriolique, qui est le seul qu'on ait apperçû jusqu'ici dans l'Alun & dans le Vitriol naturels, c'est-à-dire, dans ce qui a une base terreuse ou métallique, reconnoissable par les moyens dont je me suis servi pour cela au commencement de mon premier Mémoire sur les Vitriols & sur l'Alun.

Enfin, pour suivre toujours la même comparaison, comme les terres absorbantes qui se présentent naturellement en différents endroits de la terre à l'acide vitriolique, toutes semblables qu'elles sont les unes aux autres par leur propriété alkaline & par leur blancheur, peuvent avoir chacune quelque chose de particulier, soit par elles-mêmes, soit par l'alliage; supposé que quelque nouvelle épreuve nous fit appercevoir dans la suite une différence sensible, & jusqu'à présent inconnue dans plusieurs des Aluns formés en différents endroits de la terre, ils n'en mériteroient pas moins tous le nom d'*Alun*, puisque l'Huile de Tartre qui est l'épreuve véritable & caractéristique d'un Sel alumineux, feroit également appercevoir dans chacun de ces Aluns, un acide vitriolique, & une terre blanche & alkaline; mais ils formeroient différentes especes d'Alun, reconnoissables chacune par quelque signe particulier, & cela de même que tout Sel formé par un acide vitriolique & un métal quelconque, est du Vitriol; mais celui qui a pour base du Fer, est une espece de Vitriol différente de celui qui a pour base du Cuivre, ou de celui qui contient une certaine proportion de ces deux métaux.

Malgré ce qui vient d'être dit, on m'a opposé que je n'avois parlé, ni fait usage d'une épreuve aussi prompte & aussi facile qu'on la prétend sûre, & qu'elle est communément usitée pour la vérification de l'Alun, c'est de mettre sur un charbon ardent, le Sel qu'on veut éprouver; s'il y bouillonne, s'il y bouffe, & s'y boursouffle, & s'il y laisse ensuite une marque ou un résidu blanc & terreux, c'est de l'Alun, sinon on prétend que ce n'en est point, & par conséquent que si le Sel blanc que j'ai retiré de plusieurs Vitriols, ne se fait

pas reconnoître par cette marque pour de l'Alun, c'est à tort que je le regarde comme tel.

J'eusse pû répondre conséquemment à ce qui a déjà été dit sur la nature de l'Alun, & sur ses différentes especes possibles, que quand l'épreuve dont il s'agit, seroit aussi certaine, que j'ai reconnu depuis qu'elle est fautive & capable d'induire en erreur, tout ce qu'on en pourroit conclurre, supposé qu'elle ne fit pas sur les Aluns que j'ai retirés des trois Vitriols, ce qu'elle a coutume de faire sur l'Alun ordinaire, tout ce qu'on en pourroit, dis-je, conclurre, c'est que les Aluns tirés de ces trois Vitriols, formeroient une espece d'Alun différente de celle de l'Alun ordinaire ; par-là, au lieu d'une découverte, j'en eusse fait deux, non-seulement j'eusse trouvé de l'Alun dans trois Vitriols, où l'on n'en soupçonnoit point, mais encore ce que j'y en eusse trouvé, eût été une espece d'Alun différente de l'espece commune & ordinaire : en ce cas, tout ce que l'épreuve dont il s'agit, seroit capable de faire, ce seroit de distinguer l'espece commune d'Alun de toute autre, mais elle n'ôteroit pas le nom d'*Alun* à ce qui en porte d'ailleurs le caractère essentiel par la nature des parties qui sont entrées dans la composition, & que l'épreuve de l'Huile de Tartre déclare évidemment.

Cependant comme il est vrai que j'ai tout-à-fait négligé l'épreuve commune de l'Alun, parce que j'en avois en main une autre beaucoup meilleure, plus sûre, aussi facile, & aussi prompte qu'elle dans son opération, je n'ai pû répondre positivement sur l'effet de cette épreuve par rapport à l'Alun tiré de nos trois Vitriols, que je n'en eusse fait usage sur ces Vitriols. On va voir par ce qui résulte de mes expériences, le cas qu'on doit faire de cette épreuve, & ce qu'elle annonce sur l'Alun des trois Vitriols.

Avant que de faire l'épreuve en question sur chacun de ces Aluns, j'ai voulu voir ce qu'elle feroit sur une petite portion de l'Alun retiré par la lotion, la filtration & l'évaporation de la tête-morte de 6 livres d'Alun distillées au

même fourneau, par le même feu, & dans le même temps que les trois Vitriols, ainsi que je l'ai rapporté dans mon second Mémoire, & j'ai remarqué avec surprise, que cet Alun qui, avant l'opération, étoit parfaitement susceptible de l'épreuve dont il s'agit, ne faisoit plus rien ensuite sur le charbon ardent, de ce que l'Alun ordinaire a coutume d'y faire, c'est-à-dire, qu'il y demouroit comme immobile, sans produire ni le bouillonnement, ni le boursoufflement qu'il avoit coutume d'y exciter, & qu'il se réduisoit à la fin en une poudre grise.

Cette première expérience me fit d'abord appercevoir, 1.<sup>o</sup> Que l'épreuve dont il s'agit, étoit capable d'induire en erreur, puisqu'en ne déclarant pas pour de l'Alun ce qui en est effectivement, elle pouvoit donner lieu d'assurer en certains cas tout le contraire de ce qui est. 2.<sup>o</sup> Que cette épreuve est très-inférieure à celle de l'Huile de Tartre, avec laquelle on ne prend point le change, comme avec l'autre, sur l'Alun dont il s'agit, puisqu'elle y produit son effet comme sur l'Alun ordinaire, & qu'elle y fait également paroître les parties essentielles qui caractérisent l'Alun.

La première expérience dont on vient de parler, m'ayant fait comprendre, par la raison qui sera dite dans la suite, que l'épreuve commune & ordinaire de l'Alun, ne devoit plus rien faire sur celui qui avoit été calciné jusqu'à un certain point, c'est-à-dire, qui n'avoit pas perdu pour cela sa forme saline & sa solubilité dans l'eau, sans quoi ce n'eût plus été de l'Alun, mais une simple terre; j'en conclus d'avance que cette même épreuve devoit totalement manquer à l'égard des trois Aluns retirés de la tête-morte des Vitriols d'Angleterre, d'Allemagne & de la Couperose blanche qui avoient essuyé le même feu que l'Alun de la première expérience, ainsi qu'il a déjà été remarqué; & ce qui parut d'abord autoriser ma conséquence, c'est que celui des Aluns tirés des trois Vitriols que je mis le premier sur un charbon ardent, fut celui qui m'avoit été fourni par le Vitriol d'Angleterre, & qui, de même que l'Alun tiré de la tête-morte des 6 livres d'Alun

dont il a été parlé, ne bouillonna ni ne boursouffla sur ce charbon, & s'y réduisit comme l'autre en une poudre grise.

Comptant ensuite qu'il alloit arriver la même chose sur le charbon ardent à l'Alun du Vitriol d'Allemagne & à celui du Vitriol blanc, que ce qui venoit d'y arriver aux deux premiers Aluns calcinés qui y avoient été placés, j'avouë que je fus assés surpris quand j'apperçûs au contraire que ces deux derniers Aluns, tout calcinés qu'ils avoient été, ne laisserent pas que de bouillonner & de boursouffler sur le charbon, & d'y laisser à la fin une marque blanche comme l'Alun ordinaire qui n'a point été calciné. Pour assûrer chacun des faits qui viennent d'être rapportés, je répétai plusieurs fois & d'autant mieux les unes & les autres expériences, qu'elles ne demandoient pas beaucoup de temps & d'appréts, & tout ce que j'avois apperçû la première fois dans chacune, reparut ensuite parfaitement de la même manière dans toutes les répétitions que j'en fis.

On demandera peut-être d'où peut provenir la différence d'effets des quatre Aluns calcinés ensemble & au même feu. Pour concevoir cette différence, faisons attention un instant à la mécanique de l'épreuve dont on a coûtume de se servir pour la vérification de l'Alun.

Le bouillonnement & le boursoufflement qui arrivent quand on met de l'Alun sur un charbon ardent, vient d'une matière gluante & visqueuse, qui ne pouvant s'élever & s'exhaler aussi aisément & aussi vite que de l'eau pure, se gonfle, bouffe & forme des especes de petites vessies, comme le font beaucoup de matières de la même consistance, exposées à l'action du feu, & qui y résistent plus ou moins, à proportion de leur quantité & du degré de leur viscosité; or cette matière gluante & visqueuse contenue dans l'Alun, est en quelque sorte étrangere à ce Sel; du moins n'en est-elle point une partie essentielle comme la terre blanche & alcaline qui en est la base, & l'acide vitriolique d'où part la forme saline de ce composé. Cela étant, quand de l'Alun a été poussé dans une cornue & jusqu'à un certain point par

le feu, on conçoit que ce qui doit d'abord s'en exhaler, c'est la partie aqueuse & sulphureuse : aussi ce qu'on retire en premier lieu de l'Alun par la distillation, c'est du flegme chargé de quelques parties douces & sulphureuses qui rendent ce flegme propre pour les maladies des Yeux, pour les Squinancies ; du reste ce flegme ne contient encore que très-peu ou point d'acide, car l'acide vitriolique contenu dans l'Alun, & profondément engagé dans sa matrice terreuse, ne s'en sépare pas aisément, & il le fait encore d'autant moins, qu'étant naturellement fort pesant, le feu le plus violent a encore bien de la peine à l'enlever, ce qu'il est aisé d'appercevoir, en faisant distiller de nouveau une masse d'Huile de Vitriol ; car quoique les acides de cette liqueur ne soient point alors arrêtés par une matière fixe, telle que celle de la base de l'Alun, ils résistent encore très-fortement en cet état à l'effort du feu le plus violent, & l'on a bien de la peine à en venir à bout.

De-là il est aisé de concevoir d'abord comment l'Alun calciné jusqu'à un certain point, ne fait plus rien sur le charbon ardent de ce qu'il y faisoit avant la calcination, & conserve néanmoins toujours les propriétés essentielles d'Alun, que l'Huile de Tartre ne manque pas plus alors qu'auparavant d'y faire appercevoir. Le feu de la calcination lui a enlevé les parties flegmatiques & sulphureuses qui le rendoient susceptible de bouillonnement & de boursoufflement sur le charbon, où il ne se fait plus rien de pareil depuis qu'elles ne sont plus dans le Sel ; mais ce feu a laissé à l'Alun calciné ses acides vitrioliques, du moins si quelques-uns en ont été arrachés avec le flegme, il en reste toujours assez pour conserver à l'Alun sa forme saline & sa solubilité dans l'eau, ce qui fait que l'Huile de Tartre y produit essentiellement le même effet que sur l'Alun ordinaire & non calciné.

Enfin les parties gluantes & visqueuses que le feu de la calcination a enlevées à l'Alun, n'étoient pas plus des parties essentielles de ce composé, que le sont au Vitriol vert les parties aqueuses que la calcination lui enleve, en le faisant devenir blanc, & l'Alun, après avoir perdu ses parties

gluantes n'est pas moins Alun, que le Vitriol vert est toujours Vitriol malgré la perte de ses parties aqueuses, qui lui sont tout-à-fait étrangères, non pas à la vérité pour sa couleur verte, mais pour sa qualité de Vitriol, dont les parties essentielles sont une base ferrugineuse & la proportion d'acides vitrioliques requise pour donner à cette base une forme saline & une certaine solubilité; d'où il arrive que quand ce Sel a été fondu dans l'eau, & qu'on y verse ou de l'Huile de Tartre ou de la décoction de Noix de Galle, il en résulte à l'instant ou un caillé verdâtre ou de l'Encre fort noire. Or le Vitriol privé de ses parties aqueuses, & devenu blanc, a toujours retenu les deux parties essentielles, requises pour la formation de cette espèce de composé, & moyennant lesquelles il est toujours en état, indépendamment des parties aqueuses qu'il a perduës, de produire les effets caractéristiques du Vitriol, ce qui est une preuve assez claire que ces parties aqueuses lui étoient étrangères, & qu'il n'avoit pas besoin d'elles pour être Vitriol.

Il en est de même de l'Alun; ses parties essentielles sont, comme il a déjà été dit, une terre blanche & alcaline, pénétrée d'une assez grande quantité d'acides vitrioliques pour avoir la forme d'un Sel concret, & pour être dissoluble dans l'eau, d'où elle se précipite lorsqu'on y verse un Sel alkali, & où elle abandonne ses acides à ce Sel. Or comme l'Alun qui a perdu par la calcination ses parties gluantes, peut toujours avoir conservé les parties essentielles dont on vient de parler, & être toujours propre par-là aux mêmes effets caractéristiques avec l'Huile de Tartre, il s'ensuit que les parties gluantes que la calcination lui a fait perdre, étoient étrangères à sa composition; qu'il n'avoit pas besoin d'elles pour être Alun; qu'elles ne lui servoient que pour bouillonner & bouffer sur le charbon ardent; qu'elles peuvent pourtant bien servir à distinguer l'Alun qui n'a point été calciné, & qui contient toutes ses parties visqueuses, de celui qui l'a été jusqu'à un certain point, & qui par-là les a perduës, mais qu'elles sont inutiles pour l'épreuve de l'Alun en général, dont elles n'annoncent

point la composition naturelle, indépendante de ces parties.

Si les parties visqueuses d'où naissent le bouillonnement & le boursoufflement de l'Alun placé sur un charbon ardent, ne sont point une partie essentielle de l'Alun, & n'annoncent que des parties étrangères à ce Sel, il faut convenir qu'il n'en est pas de même de la marque blanche qui reste & s'apperoit sur le charbon après que le bouillonnement est passé; cette marque vient de la portion terreuse de cet Alun, dépouillée de son acide, & telle qu'est la partie blanche que l'Huile de Tartre versée sur une dissolution d'Alun, fait précipiter à l'instant, ou celle qui reste dans la cornue après la distillation de l'Alun. Ce n'est donc pas une partie étrangère, mais essentielle à sa composition, que désigne la marque blanche dont il s'agit. Ce qu'il y a seulement à dire sur cette marque, c'est qu'elle ne déclare qu'une moitié de l'Alun, je veux dire sa base terreuse, & nullement le caractère de son acide, au lieu que l'Huile de Tartre fait connoître en peu de temps l'un & l'autre; de plus les deux Aluns que j'ai tirés des têtes-mortes d'Alun & de Vitriol d'Angleterre, se réduisent sur le charbon en une masse qui n'est nullement blanche, mais d'un gris sale, au lieu que l'Huile de Tartre versée sur les deux mêmes Aluns calcinés, en précipite aussi-tôt une terre fort blanche, & telle qu'elle est dans le Sel.

Quoique la réduction de l'Alun sur le charbon ardent en une terre blanche, soit une véritable décomposition de ce Sel, toute semblable à celle qui lui arrive dans l'opération ordinaire de la distillation, par le moyen de laquelle on le réduit aussi en une terre blanche, après en avoir retiré ses différentes parties volatiles, il faut cependant avouer que ces deux décompositions du même Sel se font avec des circonstances particulières qui méritent d'être considérées & éclaircies. Quand on met un morceau d'Alun sur un charbon allumé, ce feu trouve, en fort peu de temps, le moyen de chasser & de dissiper en l'air non seulement ce qu'il y a d'aqueux & de sulfureux dans le Sel, mais encore tous ses acides, de manière que quoique ces acides soient, comme

il a déjà été prouvé, bien plus pesants & plus difficiles à être enlevés que des parties aqueuses & sulphureuses, cependant la promptitude avec laquelle le morceau d'Alun posé sur le charbon, s'y décompose en entier, fait voir clairement que ses principes volatils acquièrent de l'espece de procédé dont on se sert alors, une facilité à s'élever qu'ils n'auroient point sans cela ; & que si dans le premier instant où les parties aqueuses & sulphureuses de ce morceau d'Alun commencent à s'exhaler, il ne monte point d'acides avec elles, ou s'il n'y en monte qu'une très-petite quantité par rapport à celle des parties aqueuses, ces acides doivent s'élever avec elles les instants d'ensuite en grande abondance, sans quoi la décomposition totale du morceau d'Alun ne pourroit se faire dans le petit espace de temps où l'expérience nous prouve qu'elle se fait alors.

Quand au contraire on décompose de l'Alun par le procédé dont on a coutume de se servir pour la distillation de l'Alun, ce qui monte d'abord comme il a déjà été dit, c'est la plus grande partie du flegme contenu dans l'Alun, & cette quantité de flegme qui fait au moins un grand tiers du poids de la masse d'Alun employée, monte par un degré de feu trop peu fort, ou continué encore trop peu de temps pour avoir eu celui d'ébranler jusqu'à un certain point, les acides du Sel, & en avoir fait partir une certaine quantité ; car quoique le flegme qui s'élève avant l'esprit acide, paroisse insipide, je ne prétends pas pour cela qu'il ne contienne point du tout d'acide ; & en effet, quand on le sépare par portions différentes, on remarque souvent que si celles qui ont monté les premières, ne donnent point de marques d'acides sur le papier bleu ni sur la langue, celles qui viennent ensuite, & sur-tout les dernières, y font toujours appercevoir quelque acidité ; ce qui donne lieu de faire une réflexion, c'est que quoique les acides en général, & sur-tout les acides vitrioliques, doivent en conséquence de leur degré de volatilité, monter bien après les parties aqueuses, & ayent encore besoin pour cela d'un feu bien plus fort & bien plus long-temps



temps continué que ces parties, cependant comme elles se trouvent naturellement engagées entre les différentes parties de l'Alun, celles qui s'élèvent dans le premier temps de la distillation de ce Sel, & qui le font en très-grande quantité, ne peuvent guere se débarrasser de leurs prisons sans choquer, ébranler & entraîner avec elles quelques-uns de ces acides, qui ne montent par le degré de feu qu'on employe alors, qu'à la faveur du véhicule aqueux qui a commencé par les détacher, & qui les soutient ensuite & les emporte, & cela à peu-près de la même manière que plusieurs Métaux & matières métalliques, qui étant seules, résistent par leur fixité naturelle à l'effort du feu, cedent assés facilement à cet agent, pourvû qu'elles ayent été mêlées à certaines matières volatiles, capables par leur nature de mordre sur ces corps métalliques, dont elles ne dissolvent néanmoins qu'une très-petite quantité; sans quoi le dissolvant, tout volatil qu'il pourroit être d'ailleurs, bien-loin de s'envoler avec le métal, pourroit en être fixé, & contraint de demeurer avec lui au fond du vaisseau, tant que le degré de feu & toutes les autres circonstances resteroient les mêmes.

C'est par une raison semblable que, quoique toutes les parties aqueuses qui se trouvent naturellement dans l'Alun, soient également volatiles par elles-mêmes, elles sont néanmoins inégalement susceptibles de l'action du feu suivant les situations différentes où elles se trouvent pendant la distillation de ce Sel. Celles qui sont foiblement engagées & retenues entre ses parties, & qui sont aussi les plus abondantes, s'en séparent facilement par le degré de feu qu'on employe; & comme elles ne soutiennent qu'une très-petite quantité d'acides, cette charge est trop légère pour dominer sur la volatilité des parties aqueuses, c'est-à-dire, pour les empêcher de s'élever aisément par le degré de feu dont on se sert; c'est au contraire, ainsi qu'il a été dit, le nombre & la multitude des parties aqueuses qui leur donne la supériorité d'effet sur les acides, c'est-à-dire, qui oblige le petit nombre de ces acides à ceder à un degré de feu auquel ils

résisteroient naturellement sans cela ; mais pour les parties aqueuses, plus fortement engagées entre celles de l'Alun, qui y touchent de plus près, & y tiennent davantage, le même degré de feu n'y a plus d'action, elles en ont besoin d'un plus fort & plus puissant pour les débarrasser des liens qui les retenoient ; & comme l'augmentation de cet agent donne lieu à un beaucoup plus grand nombre d'acides de l'Alun de se détacher, & que ce détachement est encore favorisé par l'ébranlement que portent dans ces acides les particules d'eau qui passent par dessus pour trouver une issue & pour s'exalter ; ces acides & ces particules d'eau se mêlent ensemble, & même plus intimement qu'on ne se l'imagine, & forment une portion nouvelle de liqueur moins chargée de flegme & plus chargée d'acides, & par cela même plus pesante en pareil volume, moins aisément enlevable, & plus difficile à être emportée par le feu, que les précédentes.

D'où l'on voit qu'à mesure que les acides qui sortent de la base terreuse de l'Alun s'unissent en plus grande quantité au flegme du même Sel, la volatilité naturelle des parties de ce flegme en est plus réprimée, & si l'on continue la même manœuvre, c'est-à-dire, si l'on augmente toujours le feu par degrés, & qu'on sépare & distingue les portions résultantes de chaque augmentation de feu, on remarquera que plus elles iront en avant, plus les parties d'eau de la dernière portion se trouveront fixées & assujetties par les acides qui s'y seront unis en plus grand nombre que dans les portions précédentes, de manière que telles parties d'eau qui seules n'eussent pas tenu contre une chaleur assez peu forte, résisteront à une chaleur bien plus considérable, obligées qu'elles y seront par le grand nombre d'acides auxquels elles tiendront assez pour cela, & qui s'en seront rendus les maîtres : ce qui fait bien voir que si un grand nombre de parties aqueuses peuvent contraindre quelques acides vitrioliques à se laisser enlever par un degré de feu qui ne leur suffiroit pas s'ils étoient seuls ou beaucoup moins accompagnés de parties d'eau ; les acides qui se trouvent aussi en grand nombre par

rapport aux parties d'eau, peuvent à leur tour empêcher ces parties de céder à un degré de feu qui les entraîneroit bien vite, si elles étoient seules, ou chargées d'une quantité beaucoup moindre de ces acides.

La fixation & l'assujettissement des parties d'eau par les acides, & la liaison étroite que je suppose entre les unes & les autres, dans les différentes portions acides tirées de l'Alun, donneront peut-être lieu à l'objection suivante.

Il en est, dira-t-on, des acides vitrioliques ou autres qui nagent dans l'eau, & qui forment une liqueur acide telle que l'Esprit ou l'Huile de Vitriol, comme de tout Sel concret fondu dans l'eau, tel que le Nitre, le Sel commun. Ces Sels ne sont unis à l'eau que par un simple contact, qui produit si peu d'adhérence entre les parties salines & aqueuses, qu'on vient aisément, & en peu de temps, à bout de les séparer par la voye de l'évaporation. Si donc les acides contenus dans l'Esprit d'Alun sont unis de même aux parties aqueuses de cet Esprit, c'est-à-dire, par un simple contact, ces deux sortes de parties ne doivent point être censées tenir les unes aux autres, & faire corps ensemble, elles sont simplement mêlées & confonduës ; & comme les acides vitrioliques sont plus pesants, ou beaucoup moins volatiles que les parties d'eau ; par le degré juste de feu convenable pour les parties aqueuses, on doit les enlever seules, & laisser les acides au fond du vaisseau ; ou si l'eau engagée entre ces acides, demande un peu plus de temps pour s'en débarrasser & s'élever ensuite, que si elle étoit seule, & sans accompagnement d'acides, ce sera-là tout au plus une affaire de patience avec laquelle on parviendra toujours à la séparation des parties dont il s'agit, & dont on nie que les unes soient fixées par les autres.

J'avouë que les Sels concrets fondus dans l'eau, y nagent, & y sont soutenus de la même manière & par la même mécanique que le sont les acides vitrioliques dans le flegme de l'Esprit ou de l'Huile de Vitriol, c'est-à-dire, parce que les uns & les autres sont dans un point de division qui opère leur dissolution, ou du moins sans laquelle tout corps plus pesant

que l'eau, ne pourroit jamais se soutenir dans toute l'étendue du liquide, comme le font les Sels concrets & les acides dont il s'agit ; mais quoique la suspension des uns & des autres dans le liquide, qui les tient en dissolution, soit la suite dans tous les deux du point de division où ils se trouvent ; on conçoit néanmoins que les parties de l'un de ces deux corps peuvent être telles qu'elles s'uniront plus étroitement par leurs surfaces à celles de l'eau, que ne pourront le faire les parties de l'autre corps ; deux marbres bien polis s'uniront parfaitement, mais si l'un des deux n'a point été poli, il ne s'unira pas de même à l'autre ; c'est-là l'idée que je me suis formée de l'adhérence que je suppose entre les acides & le flegme de l'Esprit d'Alun, & que je ne suppose pas de même entre les parties d'un Sel concret & celles du liquide aqueux qui le tient dissout ; & je conçois que cette adhérence est telle que quand les acides vitrioliques ou autres de quelque Sel concret ont été chassés de leur base terreuse ou métallique, & qu'au sortir de cette base ils trouvent assés de parties aqueuses pour les dissoudre, ils s'y allient, & s'en emparent de manière qu'ils y tiennent assés fortement, & comme à une espece de base nouvelle qu'ils ont acquise à la place de celle qu'ils ont perdue. Ce qui manifeste d'abord l'union plus exacte entre les acides & les parties d'eau, qu'entre les Sels concrets & le liquide aqueux dans lequel ils ont été fondus, c'est la considération de la composition de ces Sels concrets & des effets particuliers & résultants de l'union de leurs parties différentes.

Le Salpêtre, par exemple, le Sel commun, le Vitriol, sont autant de Sels concrets dont la composition consiste dans des acides incorporés dans une base terreuse ou métallique, de manière que la plus grande partie de ces acides se trouve enveloppée & recouverte par la base qui leur sert de gaine ; & en effet, sans le mélange de ces acides, un métal, une terre ne feroit jamais seule sur la langue l'impression du goût qu'y font chacun des Sels qui viennent d'être rapportés, & sans le mélange de la terre ou du métal, les acides nitreux,

Salins ou vitrioliques, porteroient sur la langue une action bien plus forte qu'ils ne le font quand ils font partie du Salpêtre, du Sel commun, du Vitriol, ce qui justifie la manière dont je conçois que les acides des Sels concrets sont unis à leur base particulière. Mais cette base terreuse ou métallique ne se dissout point seule par l'eau, ou si ce liquide en vient à bout, ce n'est qu'après qu'elle a été exposée à une longue trituration, & il n'en dissout encore que peu. L'eau au contraire dissout promptement & en quantité, cette base, lorsqu'elle se trouve jointe à des acides qui semblent servir d'intermede entre les parties d'eau & la terre ou le métal ; ces acides tiennent par leur extrémité libre aux parties d'eau, & par l'autre extrémité aux parties terreuses ou métalliques dans lesquelles ils sont enchâssés, & cela, non par la même mécanique, mais à peu-près de même, pour l'effet, qu'un morceau de fer se soutiendrait au milieu de l'eau à la faveur d'un morceau de bois auquel il seroit attaché ; par conséquent la base terreuse ou métallique des Sels concrets se soutient moins dans l'eau par elle-même que par les acides qui en sont chargés : aussi comme l'agitation continuelle qui regne toujours dans les liquides, donne souvent occasion à quelques parties terreuses ou métalliques des Sels concrets qui y ont été fondus, de se dégager de leurs acides, ces guânes qui alors ne tiennent plus à rien, tombent & se précipitent au fond du vaisseau, ce qui est tout le contraire de ce qui arrive aux acides dégagés de leur base, car ils n'ont alors besoin que d'eux-mêmes pour se soutenir dans l'eau, ils ne s'y soutiennent que mieux en cet état, & jamais on ne les voit alors s'en précipiter ; plus ils sont libres d'ailleurs, plus on voit, & l'on doit aussi concevoir qu'ils y tiennent, car les acides des Sels concrets ne peuvent s'unir immédiatement à l'eau que par une petite partie d'eux-mêmes qui est l'extrémité libre, le reste de chacun de ces acides, revêtus de leur guâne particulière, n'a point de contact immédiat, & par conséquent d'adhérence avec les parties de l'eau, ce qui, joint au poids de ces guânes qui tire toujours vers le fond du vaisseau,

& hors de l'étendue du liquide, les acides qui y sont enchaînés, ne permet pas à ces acides de tenir bien fortement à ce liquide, mais seulement assés pour la suspension des guânes dont ils sont chargés, & qui ne s'y soutiendroient pas sans cela. C'est aussi parce que les acides des Sels concrets ne contractent jamais une forte adhérence avec les parties d'eau, que quand on présente à une chaleur médiocre la liqueur qui tient ces Sels en dissolution, il n'en faut pas davantage pour rompre bien-tôt toute adhérence, & pour séparer parfaitement, par la voye de l'évaporation, le dissolvant qui est volatil, du corps dissout qui est fixe.

Mais quand les acides sont libres & à découvert, ils présentent en cet état toute l'étendue de leurs surfaces aux parties d'eau qui les enveloppent, & ils s'y attachent alors immédiatement par bien plus d'endroits, & par conséquent bien plus fortement qu'ils ne le peuvent faire quand ils sont partie d'un Sel concret, & cette adhérence, beaucoup plus complete & plus forte, doit naturellement opérer une séparation beaucoup plus difficile des acides d'avec les parties d'eau auxquelles ils sont joints, c'est aussi ce que l'expérience confirme parfaitement.

Il est à propos de rappeler ici ce qui a déjà été dit sur l'adhérence des acides libres avec les parties d'eau; c'est que cette adhérence ne regarde, & ne peut regarder que celles qui sont immédiatement touchées par ces acides; de manière que si dans un Esprit acide il y avoit bien plus de parties d'eau qu'il n'en faudroit pour la dissolution des acides contenus dans cet Esprit, je ne prétendrois pas que ces parties superflues, & en quelque sorte hors de la portée des acides, y tinssent le moins du monde, & quand la voye de l'évaporation donneroit lieu à ces parties d'eau de se séparer du reste de la liqueur parfaitement insipides & sans aucun mélange d'acides, je n'en serois nullement étonné, mais je le serois beaucoup s'il arrivoit la même chose à celles qui contribuent immédiatement à la dissolution de ces acides, & par conséquent qui y sont pleinement unies. J'ai tenté plusieurs

fois de les dégager totalement de leurs acides par une évaporation lente & long-temps continuée, sans avoir jamais pû y réussir, & je me suis servi pour cela d'un Esprit acide tiré, à la manière ordinaire, d'un Alun qu'on avoit toujours eu grand soin de bien dessécher, soit par une calcination poussée jusqu'à un certain point, soit en plaçant ce Sel dans une cucurbite de grès avec son chapiteau & son récipient, & faisant distiller par cette voye tout le flegme qui en pouvoit venir, & cela pour en priver d'autant l'Esprit qu'on devoit ensuite tirer du même Alun par la cornuë dans un fourneau de réverbère clos & par un feu de la dernière violence; & si cet Esprit tiré avec soin de cette manière, & mis au sortir du balon dans un alembic de verre, sur un feu de sable d'abord assés foible, & ensuite plus fort, ne m'a pas donné la plus petite portion de flegme insipide & sans mélange d'acides; il est cependant vrai que quand on distille la moitié de cet Esprit par le degré de feu qui lui convient, & qu'on compare la liqueur distillée avec celle qui est restée au fond de l'alembic, on remarque que celle qui a monté est plus aqueuse, moins chargée d'acides, & moins pesante que celle qui est restée; ce qui se conçoit aisément, en supposant que les acides sont distribués dans les différents Esprits par paquets plus ou moins gros, suivant le plus ou le moins de flegme qui se trouve dans ces Esprits, & qui divise ces paquets en d'autres plus ou moins petits suivant sa quantité.

Cette supposition est parfaitement prouvée par un détail d'expériences que le temps ne me permet pas de rapporter présentement, & qui sont destinées pour un autre Mémoire; mais en attendant, je puis toujours faire usage de cette supposition, avec d'autant plus de vrai-semblance, qu'il n'y a pas lieu de croire que chaque acide soit toujours, & peut-être même jamais assés séparé de tout autre acide, pour demeurer seul & faire bande à part. Si les acides adherent par la nature de leurs surfaces, aux parties d'eau, ils peuvent bien aussi adhérer les uns aux autres, & former ensemble des paquets d'acides plus ou moins gros, qui seront aussi plus ou moins

divisées suivant la quantité des parties aqueuses qui s'y feront mêlées. Cela étant supposé, quand on distille la partie acide de l'Alun par un feu violent, & cela après en avoir chassé auparavant le flegme superflu, ainsi qu'il a été dit, les premières portions acides qui s'élèvent, contiennent naturellement moins d'acides à proportion de leurs parties aqueuses, que les dernières, & l'expérience le prouve aussi très-parfaitement. A l'égard de la raison de cette différence, elle est évidente ; les parties aqueuses les moins embarrassées, sont celles qui montent les premières, & elles montent alors d'autant plus abondamment qu'elles ont moins de peine à le faire ; pour les acides qui sont beaucoup plus pesants que les parties d'eau, & qui se trouvent d'ailleurs enchâssés dans un corps fixe qui les retient fortement, moins le feu a eu le temps d'y faire impression, & d'y produire son effet, moins il s'en détache, & moins il s'en mêle avec la quantité de flegme qui s'élève pour lors. Mais si dans les premières portions il y a moins d'acides, à raison du flegme, que dans les dernières, ce flegme qui doit être regardé comme le dissolvant véritable des paquets d'acides que nous avons supposés, divise d'autant plus ces paquets qu'il est plus abondant, & au moyen de cette division, qui de gros paquets en fait de bien plus petits, & qui en multiplie infiniment les surfaces, une quantité d'acides beaucoup moindre, mais réduite en plus petits paquets, pourra faire face, & s'unir à autant de parties d'eau que le pourra faire une beaucoup plus grande quantité d'acides contenuë dans des paquets beaucoup plus gros. Par-là on conçoit aisément d'où naît la pesanteur différente des premières & des dernières portions d'Esprit d'Alun comparées les unes aux autres en volume égal ; celles qui contiennent les plus grosses masses d'acides unies à proportion de la grandeur de leurs surfaces à la quantité d'eau qu'il leur faut pour cela, doivent naturellement peser & pèsent aussi davantage que les autres ; & comme dans les unes & les autres toutes les parties d'eau tiennent toujours fortement à des paquets d'acides plus ou moins gros, mais également distribués



distribués sur toutes ces parties dans chacune des portions de la distillation ; il arrive de-là que l'Esprit d'Alun, fait comme il a été dit, ne fournit point de parties purement aqueuses quand on le pousse par un feu plus petit ou plus grand, ce moyen ne suffit point pour dégager & séparer les acides d'avec les particules d'eau, celles qui tiennent à des masses plus petites, & qui sont poussées par un degré de feu convenable, s'enlèvent, mais elles le font avec leur charge, & celles que le même degré de feu ne sçauroit enlever, parce que leur charge est plus pesante, restent au fond du vaisseau avec cette charge dont elles ne se séparent point encore ; en un mot les acides contenus dans l'Esprit d'Alun, aussi-bien que dans ceux de Vitriol, de Nitre, de Sel, tiennent si fort aux parties aqueuses qui leur servent de base & de dissolvant, qu'on ne les en sépare jamais seuls, & que pour venir à bout de cette desunion, il faut présenter aux acides une autre espece de base qui leur donne lieu de se défaire, à mesure qu'ils y entrent, de celle qui y tenoit si fort, & qui ne pouvoit s'en séparer que par-là ; cette autre espece de base est ou une terre alkaline ou un Sel alkali qui forme avec les acides un Sel concret, dont souvent la plus grande partie se précipite, & se trouve sous une forme solide au fond du liquide, comme je l'ai remarqué dans les Mémoires de l'Académie de l'année 1716 (*pag. 162. & suiv.*) où je rends raison de ce fait. Et à l'égard de l'autre portion de Sel concret qui a été retenuë par le liquide, elle s'en sépare d'autant plus aisément par la voye de l'évaporation, que ce Sel ne tient plus aux parties d'eau que par l'extrémité libre des acides dont il est composé, c'est-à-dire, infiniment moins que ces acides n'y tenoient lorsqu'ils étoient tout-à-fait à découvert.

Les éclaircissements qui viennent d'être donnés sur l'union des acides & des parties aqueuses, & sur les différents effets résultants des différences de cette union, nous ont fait faire une digression un peu longue, & nous ont presque fait perdre de vûe les réflexions que nous avons à faire sur la comparaison déjà commencée de la décomposition de l'Alun sur un

charbon ardent, & de celle qui se fait par la distillation de ce Sel dans la cornuë. J'y reviens.

Quand on a enlevé à l'Alun, par un feu de sable, tout le flegme qui peut venir par cette voye, la commune méthode pour en tirer la partie acide, c'est de le pousser ensuite dans une cornuë par un feu de bois très-violent, continué pendant trois jours & trois nuits; & ce qu'il y a de singulier, c'est que malgré la violence & la durée de ce feu, la masse d'Alun qui y a été exposée, se trouve encore moins décomposée que ne l'est en un petit espace de temps, & par un feu médiocre, le morceau d'Alun placé sur un charbon ardent, où il se réduit totalement en une terre dont tout ce qu'il y avoit de volatil a été dissipé, au lieu que de la masse d'Alun poussée par la cornuë, à peine y en a-t-il ordinairement les deux tiers qui se réduisent en terre & en acides, le reste demeure Alun. D'où peut provenir cette différence d'effets? qu'est-ce qui la cause? & puisque les deux tiers de l'Alun distillé ont été décomposés, d'où vient que le troisième tiers qui a essuyé le même feu, ne l'a pas été de même? Enfin pourquoi parmi les Aluns tirés des têtes-mortes de trois différents Vitriols, & d'une masse d'Alun distillée au même fourneau par le même feu, & dans le même temps que ces Vitriols, y en a-t-il deux qui bouffent sur le charbon ardent, & deux autres qui ne le font pas? C'est-là ce qui nous reste présentement à examiner.

On sçait en général, qu'un corps chargé de parties fixes & de parties volatiles, est beaucoup plus susceptible de l'action du feu, quand il est dans un vaisseau à découvert, que quand le vaisseau recouvert est exactement fermé à l'air extérieur. La raison de cette différence est sensible. La matière du feu, poussée sur le corps moitié fixe & moitié volatil, ne pouvant faire marcher devant elle tout ce corps, à cause de sa partie fixe, elle dilate ses pores, & fait effort pour s'y introduire, mais elle ne peut s'y loger qu'elle n'en chasse les parties volatiles qui y sont; les parties volatiles ne peuvent en sortir qu'elles ne se fassent faire place par la portion du fluide qui

frappe sur les endroits de la surface de ce corps par lesquels il faut que les parties sortent. La portion de ce fluide ne sçauroit avancer qu'elle n'en fasse avancer aussi successivement plusieurs autres semblables, jusques & vers le lieu qui offre le moins de résistance, c'est-à-dire, dans celui-là même d'où sort la matière du feu qui entre dans le corps moitié fixe & moitié volatil ; de manière que lorsque la matière du feu s'y introduit, non seulement elle fait marcher devant elle les parties volatiles dont elle prend la place, mais c'est elle encore qui pousse en même temps en avant toute la traînée du fluide qui regne depuis la surface du corps jusqu'à l'endroit que vient de quitter la matière du feu. On voit par-là qu'afin que la portion de matière de feu qui se présente pour entrer dans le mixte, puisse le faire aisément, & en chasser ce qui y est, il faut que rien n'arrête & ne fasse manquer l'effort qu'elle fait pour pousser en avant toute la traînée du fluide dont il s'agit, & pour faire réfléchir vers elle & en sa place l'extrémité de cette traînée ; or quand le corps exposé à l'action du feu est à découvert, rien n'interrompt la continuité de cette traînée, & l'effet de la matière du feu sur l'extrémité de cette traînée qui part de la surface du corps, se fait sentir de proche en proche & sans obstacle jusqu'à l'extrémité qui touche la portion de matière de feu, & qui va prendre sa place au moment qu'elle pénétrera le corps.

Mais quand ce corps est contenu dans un vaisseau couvert, où il est si bien enfermé que le fluide qui remplit le vuide de ce vaisseau, & qui pèse sur le corps, n'a de communication avec l'air extérieur que celle qu'on n'a pû lui dérober ; la portion de feu qui porte son action sur ce corps, ne le fait plus alors aussi efficacement, ni avec la même facilité, que dans le cas précédent ; la traînée du fluide dont il a été parlé, se trouve coupée par les parois du vaisseau ; cette moitié ne comunique plus avec celle du dehors, & n'y fait point sentir l'impression qu'elle reçoit inutilement du feu ; je dis inutilement, car les parois du vaisseau empêchent le fluide qui y est contenu, d'avancer & de faire place aux parties volatiles

du mixte que le feu pousse en avant pour s'y loger ; le feu trouve donc dans ce dernier cas une résistance qu'il ne trouvoit point du tout dans l'autre, & cette résistance seroit insurmontable, & l'effort du feu n'auroit aucun effet sans les deux ressources suivantes. La première, c'est que quelque soin qu'on apporte pour fermer les vaisseaux, on y laisse, ou le feu y forme toujours quelques petites ouvertures à la faveur desquelles l'air du dedans communique avec celui du dehors, & facilite par-là l'effet du feu à proportion de la grandeur des ouvertures cachées.

L'autre ressource vient des différentes parties qui se trouvent naturellement mêlées avec l'air de notre atmosphere. On sçait que les parties propres de l'air ne passent point au travers des pores de nos vaisseaux ordinaires ; plusieurs parties plus grossières qui se trouvent souvent mêlées à l'air, n'y passeront point aussi ; mais l'air contient une très-grande quantité de parties étrangères d'une autre espece, c'est-à-dire, beaucoup plus fines que celles de l'air, & qui peuvent se filtrer & s'échapper par les pores des vaisseaux, & donner lieu par-là à la masse d'air qu'elles abandonnent, & qui se trouve fortement comprimée, d'occuper un volume beaucoup moindre, & de permettre la sortie des parties volatiles contenues dans le corps ; mais malgré ces deux ressources, on conçoit que le feu trouve toujours une résistance infiniment plus grande dans le corps contenu dans un vaisseau couvert & bien fermé, que dans celui qui est à découvert ; il n'a pas besoin, pour ce dernier cas, d'extraire en quelque sorte, & de séparer par une compression violente, les parties mêlées avec l'air, & qui en sont peut-être d'autant plus difficilement séparables, qu'elles y ont contracté une union particulière ; d'ailleurs quand l'air contenu dans un vaisseau, a acquis un certain degré de compression, la difficulté de le comprimer davantage, & par conséquent la résistance qu'il offre à l'action du feu, augmente toujours de plus en plus, & devient enfin insurmontable, au lieu que quand le corps, soumis à l'action du feu, est à découvert, la masse d'air qui

frappe sur ce corps, en est toujours d'autant plus aisément déplacée toute entière, & sans la nécessité d'une expression forcée de ce qu'elle contient, que les différentes portions de matière de feu qui se succèdent, & qui sont la cause de ce déplacement, fournissent toutes à l'extrémité de la trainée dont il a été parlé, un nouveau vuide ou un espace pareil à celui qu'elles vont occuper chacune dans le corps, & à celui que vont remplir hors du corps les parties volatiles qui en sont délogées; ce qui fait que dans la circonstance présente le feu ne trouve pas plus de résistance au commencement qu'à la fin de l'opération de la part de l'air qui frappe sur le corps, & qu'il y agit toujours de même.

Si donc le feu ne vient à bout de forcer qu'avec une très-grande peine la résistance qu'il trouve dans la décomposition d'un corps enfermé de toutes parts dans un vaisseau, si cette difficulté augmente toujours de plus en plus à mesure que l'opération va en avant; & si au contraire cette difficulté est infiniment moindre, & subsiste toujours sans augmentation depuis le commencement jusqu'à la fin de l'opération, lorsqu'il s'agit de la décomposition d'un corps qui est à découvert, on conçoit de-là facilement pourquoi un morceau d'Alun placé sur un charbon ardent, se décompose tout entier & en si peu de temps, pendant que trois jours & trois nuits d'un feu continu & de la dernière violence, ne suffisent pas encore pour décomposer totalement une masse d'Alun qu'on fait distiller par la cornue à la manière ordinaire.

Il faut pourtant convenir que ce qui hâte & facilite si fort la décomposition de l'Alun sur un charbon ardent, c'est le charbon même qui sert de support à cet Alun. J'ai fait voir ailleurs que quand on pousse par le feu dans un creuset une certaine quantité de Fer assés chargé d'acides pour n'être plus en cet état attirable par l'Aiman, & qu'on mêle de l'Huile à cette poudre ferrugineuse, les acides en partent, & la poudre redevient noire & attirable par l'Aiman en beaucoup moins de temps, & même à une moindre chaleur que si l'Huile n'y eût point été mêlée; son effet en cas pareil, c'est de déraciner

presque tout-à-fait les acides vitrioliques ou autres engagés dans une base fixe quelconque ; nous en avons une preuve évidente dans le Tartre vitriolé ou le Sel de Glauber mêlé dans un creuset sur le feu avec quelque matière grasse, telle que la poudre de charbon, qui forme avec ce Sel un *Hepar Sulphuris* ou Foye de Soufre dans lequel l'acide vitriolique profondément & étroitement engagé auparavant, tient alors si peu, que l'acide le plus foible versé dessus, le fait dans l'instant déloger de sa base, ce que sans l'action précédente de l'intermede huileux sur le Tartre vitriolé ou sur le Sel de Glauber, l'acide le plus fort n'y auroit jamais opéré ; & si l'Huile produit cet effet sur ces Sels, dont le feu le plus violent ne peut jamais faire sortir les acides, comment ne le produira-t-elle pas sur l'Alun où les acides vitrioliques sont infiniment moins arrêtés, puisque le feu seul est capable de les enlever à leur base terreuse.

L'autre effet de la partie huileuse du charbon sur les acides de l'Alun, c'est de les volatiliser en s'y associant, & de donner lieu au feu de les enlever plus promptement qu'il n'eût fait sans cela ; & en effet l'Esprit volatil du Vitriol n'est si léger & si vif que parce qu'il s'élève avec une portion sulphureuse qui lui sert de véhicule, & le Soufre commun ordinaire qui n'est qu'un composé d'Huile & d'acide vitriolique, s'élève facilement à une petite chaleur qui n'élèveroit pas de même les acides de l'Huile de Vitriol.

A l'égard de l'Alun non décomposé, quoiqu'après avoir essuyé un feu violent de trois ou quatre jours & d'autant de nuits, comme le reste de la masse d'Alun décomposée, dont après la distillation cet Alun a été séparé ; la raison de cette différence vient de ce que toutes les parties de l'Alun qui est en distillation, ne se décomposent pas dans le même temps, mais les unes après les autres, & cela, soit parce que les acides contenus dans certaines parties d'Alun, y sont moins étroitement retenus qu'ils ne le sont dans d'autres, soit parce que les parties de la masse d'Alun ne sont pas toutes aussi avantageusement exposées les unes que les autres à

l'action du feu, ce qui peut faire que certaines parties d'Alun se décomposent dans les premiers temps de la distillation, d'autres dans la suite, & que d'autres enfin ne le soient pas encore après les trois jours de la distillation, & que pour l'être du moins en plus grande quantité, il faudroit qu'on poursuivît la distillation au de-là de trois ou quatre jours.

Mais si cette dernière portion d'Alun a bien pû soutenir le feu le plus violent pendant trois jours & autant de nuits sans avoir cessé d'être ce qu'elle étoit auparavant, c'est-à-dire de l'Alun, du moins cet agent, au défaut d'un plus grand effet, a-t-il dû y porter & y laisser quelque impression qui soit une espece d'empreinte de sa façon ; & si cela est, comment imaginera-t-on que de quatre Aluns retirés des têtes-mortes de trois Vitriols, & d'une masse d'Alun distillée au même feu, dans le même fourneau, & en même temps que ces Vitriols, il y en ait deux qui fassent précisément la même chose sur le charbon ardent, que l'Alun ordinaire, & que deux autres n'y fassent rien du tout ? Ceux qui n'y font rien, paroissent dans la regle ; si le feu leur a laissé leurs acides, ou s'il leur en a laissé tout ce qu'il leur en falloit pour conserver leur forme & leurs propriétés salines, il n'a pû se dispenser de les dépouiller de ce qui y tenoit le moins, & de ce qui ne sembloit pas devoir résister à son action, je veux dire la partie gluante & flegmatique à laquelle le boursoufflement de l'Alun sur le feu doit être attribué, aussi n'arrive-t-il point depuis que cette même partie en a été chassée ; mais pour les deux autres Aluns qui l'ont conservée obstinément, c'est ce qu'on a d'abord le plus de peine à concevoir ; c'est pourtant ce qui a dû naturellement arriver, & ce qui est arrivé aussi aux deux Aluns retirés de deux cornuës qui avoient résisté pendant tout le temps de l'opération à l'action du feu sans en avoir été sensiblement entamées ; & c'est dans deux autres cornuës, apparemment plus exposées que les premières à l'action du feu ou au choc du bois qu'on étoit souvent obligé de mettre dans le fourneau où elles ont reçu plusieurs fêlures, qu'ont été trouvés les deux Aluns qui

n'ont rien fait sur le charbon. Ces fêlures, en permettant une communication plus libre & plus aisée entre l'air du dedans de la cornuë & celui du dehors, ont vrai-semblablement facilité l'action du feu sur l'Alun des cornuës fêlées, & par-là cet Alun a été plus parfaitement privé de parties aqueuses qu'il ne l'eût été sans ces fêlures, & que ne l'a été aussi l'Alun tiré des deux cornuës plus entières & moins endommagées; je dis plus parfaitement privé de parties aqueuses, car quoique l'Alun des cornuës qui sont demeurées entières, ou qui ont moins souffert que les deux autres, bouillonne & bouffe sur le charbon ardent comme l'Alun ordinaire, ce qui prouve néanmoins qu'il a toujours perdu quelque chose dans la cornuë pendant la distillation, au feu de laquelle il a été précédemment exposé, c'est que le boursoufflement de cet Alun ne m'a pas tout-à-fait paru aussi fort & aussi long que celui de l'Alun ordinaire; cependant cette différence est réellement si peu de chose, qu'elle ne sert qu'à faire sentir davantage la résistance que trouve le feu le plus violent, le peu d'effet qu'il produit à chaque instant, & toute la lenteur de son opération, lorsqu'il a affaire à un corps si bien enfermé de toutes parts, que le fluide intérieur qui pèse dessus ne communique avec l'extérieur que par les pores naturels des vaisseaux qui contiennent ce corps.

Quoiqu'immédiatement après avoir distillé dans un même fourneau l'Alun & les trois Vitriols dont il a été parlé, j'eusse fait, avec le détail du produit de chaque distillation, une note particulière des fêlures survenues à la cornuë de l'Alun & à celle du Vitriol d'Angleterre, cette circonstance m'avoit entièrement échappé, lorsque dans mon second Mémoire sur l'Alun & sur les trois Vitriols j'ai parlé ensuite de cette distillation; je ne me suis même rappelé cette circonstance, que depuis que j'ai apperçû sur le charbon la différence des Aluns tirés des quatre têtes-mortes, & que je me suis proposé d'en rendre raison; j'ai retrouvé alors avec d'autant plus de plaisir ma note sur les fêlures des cornuës de l'Alun & du Vitriol d'Angleterre, qu'en me faisant tout d'un coup appercevoir  
la raison



la raison que je cherchois, elle me fauvoit quelque faux raisonnement que je n'eusse peut-être pas manqué de faire sans cela pour l'explication dont il s'agit.

Mais si ces fêlures m'ont conduit à la cause de la différence que le charbon ardent faisoit découvrir dans les quatre Aluns, cette différence m'a donné lieu de faire de nouvelles réflexions sur le plus grand effet du feu à l'occasion de ces fêlures; ce qui m'a fait comprendre que la décomposition avoit naturellement dû être plus complète dans les cornuës fêlées que dans celles qui ne l'avoient point été du moins manifestement, & qu'ainsi faute d'avoir fait attention dans mon second Mémoire aux fêlures des deux cornuës, & particulièrement de celle de l'Alun, & pour n'en avoir pas bien compris toute la conséquence, je m'étois sensiblement trompé sur la quantité d'Alun que j'avois soupçonnée dans le Vitriol blanc, & dans ceux d'Angleterre & d'Allemagne, & cela sur la quantité du résidu non décomposé des six livres d'Alun distillées, ainsi qu'il a été dit; car ce résidu se trouvant par mon procédé le tiers de la masse d'Alun décomposée, & cette masse ayant été distillée au même feu, au même fourneau & dans le même temps que les trois Vitriols dont il a été parlé, j'en avois conclu dans mon second Mémoire, que la quantité d'Alun, trouvée dans la tête-morte de chaque Vitriol, pouvoit bien être aussi le tiers de deux autres tiers d'Alun décomposés pendant le temps de la distillation, & qu'ainsi, par ce qui étoit resté d'Alun dans chaque tête-morte, on pouvoit en induire avec quelque vrai-semblance, la quantité qu'il y en avoit eu naturellement dans chaque Vitriol; mais si la décomposition a été plus grande dans les cornuës fêlées que dans celles qui ne l'ont point été, & si cette décomposition a augmenté à proportion de la quantité ou de la grandeur des fêlures, la mesure expérimentale dont je me suis servi pour évaluer la quantité d'Alun naturellement contenu dans les trois Vitriols, se trouve en défaut; elle ne peut subsister & avoir lieu qu'autant que les distillations de l'Alun ordinaire

& des trois Vitriols se trouvent si bien dans le même cas, que toutes les circonstances de la part de la mesure & de la chose mesurée soient les mêmes ; or en supposant, comme il est vrai, que de l'Alun naturellement contenu ou dans le Vitriol d'Allemagne ou dans le Vitriol blanc, il y en a eu à proportion une moindre quantité de décomposée qu'il n'y en a eu de la masse de l'Alun ordinaire, & cela à raison des fêlures ; le résidu de cette masse qui en est le tiers, & qui annonce deux autres tiers de décomposés, diffère alors des résidus des Aluns des Vitriols blanc & d'Allemagne, qui ont dû être à proportion plus abondants, parce que la décomposition de chacune des masses dont ils sont venus, a été moindre que celle de la masse de l'Alun ordinaire ; par conséquent ces résidus qui ne se trouvent plus dans le cas de celui de l'Alun ordinaire, au lieu d'annoncer comme lui une quantité double de la leur, de décomposée, n'annonceront peut-être qu'une quantité pareille, & cela par la même raison que si la cornue de l'Alun n'eût pas reçu plus de fêlures que celles du Vitriol blanc & du Vitriol d'Allemagne, & qu'au lieu de deux livres d'Alun non décomposé, il y en fût resté trois ; ce reste qui seroit justement la moitié des six livres d'Alun employées, ne seroit pas alors le tiers de deux autres tiers semblables décomposés, mais la moitié d'une autre moitié pareille, & par conséquent n'annonceroit que cette moitié.

A l'égard de l'évaluation de la quantité d'Alun contenu dans le Vitriol d'Angleterre, comme la cornue de ce Vitriol à la différence de celle des autres Vitriols, s'est trouvé fêlé de même que celle de l'Alun, & que l'Alun tiré de la tête-morte de ce Vitriol, n'a pas fait autre chose sur le charbon ardent que celui qui a été retiré de la tête-morte de l'Alun ordinaire, il paroît d'abord assés de conformité dans les circonstances de ces deux distillations, pour faire croire que le feu a agi à peu-près avec la même efficacité sur les deux masses, l'une d'Alun, l'autre de Vitriol d'Angleterre, & pour justifier l'usage qu'on pourroit faire alors du résidu non dé-

composé de la distillation des six livres d'Alun à la découverte ou à la recherche de la quantité de l'Alun naturellement contenu dans le Vitriol de l'autre distillation.

: Cependant comme la voye de la précision est indispensablement nécessaire pour arriver à la vérité, ou pour en approcher de plus près, je dois faire remarquer que la cornuë du Vitriol d'Angleterre s'est trouvée après la distillation plus maltraitée encore que celle de l'Alun, & cela de manière que quand on l'a retirée du fourneau, une grande portion de la cornuë s'en est séparée, & seroit tombée avec la matière qu'elle recouvroit, si on n'eût eu aussi-tôt l'attention de la retenir, & de placer le tout dans une grande terrine.

: D'où il suit assés clairement que si les fentes ou les ouvertures qui se sont faites à la cornuë du Vitriol d'Angleterre, ont surpassé en grandeur & en nombre celles de la cornuë de l'Alun, le feu a dû agir plus puissamment ou du moins avec plus d'effet sur la masse du Vitriol d'Angleterre que sur celle de l'Alun ordinaire, & par conséquent l'Alun contenu dans ce Vitriol, ayant souffert, suivant ce raisonnement, une plus grande diminution à proportion de sa quantité, que les six livres d'Alun ordinaire de l'autre cornuë, la quantité de trois onces & un gros à laquelle monte le résidu de l'Alun non décomposé du Vitriol d'Angleterre, ne doit plus être censée le tiers de deux autres tiers de trois onces & un gros chacun d'Alun, mais peut être le quart de trois autres quarts de pareille somme, ce qui, au lieu de neuf onces & trois gros d'Alun que le premier calcul supposoit dans dix livres de Vitriol d'Angleterre, feroit douze onces & demie de ce Sel dans les dix livres de Vitriol.

Au reste il n'est pas étonnant que la distillation que j'ai faite de l'Alun, quoique conjointement avec celles des trois Vitriols, ne soit pas exactement telle qu'il eût été nécessaire, pour la découverte de la quantité de l'Alun contenu dans chacun de ces Vitriols; outre que je n'avois nullement en vûë cette découverte, lorsque je fis ensemble ces quatre distillations, & que l'idée du procédé pour y parvenir, qui ne

m'est venuë que depuis que les distillations ont été faites, ne m'a point inspiré, en les faisant, certaines précautions qui eussent pû détourner les inconvénients de mes distillations; il est encore vrai que quelque attentif & précautionné que l'on soit en pareil cas, il n'est pas bien aisé que la conformité de circonstances se trouve toujours telle qu'il est nécessaire pour que l'une des distillations proposées puisse servir à déterminer exactement ce qu'il y a eu d'Alun décomposé dans l'autre; d'ailleurs il en est de l'expérience dont il s'agit, comme de toutes les autres, elles n'éclairent & ne fournissent de justes conséquences, qu'autant qu'elles ont été répétées; mais outre que cette expérience coûte beaucoup, elle est encore fort longue, & demande beaucoup de soin & de travail, ce qui n'en rend pas la répétition aussi facile, aussi prompte & aussi commode que l'est, par exemple, celle de l'Alun placé sur un charbon ardent.

On ne doit donc pas regarder ce qui a été dit dans mon second Mémoire, pour découvrir la quantité d'Alun contenu dans les différents Vitriols, comme l'exécution du projet de cette découverte, mais comme le projet de son exécution par la voye indiquée, que je pourrai bien essayer dans la suite, & dont je propose toujours l'usage à ceux qui ayant occasion de distiller un ou plusieurs Vitriols, peuvent faire distiller aussi par le même fourneau une certaine quantité d'Alun, avec toutes les précautions requises pour que cet assemblage de distillations ne devienne pas inutile comme le mien, à l'éclaircissement qu'on en attend.

Je reviens encore à l'épreuve de l'Alun sur le charbon ardent, & je finis ce qui concerne cette épreuve par la réflexion suivante.

Lorsque je me proposai d'éprouver sur le charbon ardent chacun des Aluns tirés des têtes-mortes de trois Vitriols, si je m'en fusse tenu à l'épreuve de ces Aluns, & que je n'y eusse pas joint & mis en tête celle de l'Alun séparé de la tête-morte des six livres d'Alun ordinaire, cette omission m'auroit donné lieu, & aux partisans de l'épreuve du charbon

ardent pour l'Alun, de tirer chacun de très-fausses conséquences de ce qui seroit arrivé de particulier sur ce charbon, à l'Alun tiré du Vitriol d'Angleterre.

Je dis à cet Alun, & non pas aux deux autres, qui ayant bouillonné & bouffé sur le charbon ardent comme l'Alun ordinaire, ont fait les épreuves qu'on leur demandoit, & ne permettent plus par-là qu'on leur conteste leur état.

Mais pour l'Alun tiré du Vitriol d'Angleterre, qui placé sur le charbon ardent, n'y fermente ni ne s'y remuë point, & s'y réduit en une terre grise, les partisans de l'épreuve n'auroient pas manqué sur cet effet de refuser le titre d'Alun à ce Sel, & de nier par conséquent que le Vitriol d'Angleterre en contienne.

Quant à moi, convaincu par l'épreuve de l'Huile de Tartre, que le Sel tiré de la tête-morte du Vitriol d'Angleterre n'est pas moins de l'Alun que ceux qui ont été tirés des têtes-mortes du Vitriol d'Allemagne & du Vitriol blanc, & même que l'Alun ordinaire; en voyant d'ailleurs qu'il ne fait rien sur le charbon ardent de ce qu'y font tous les autres, & qu'au lieu de s'y réduire en une terre blanche comme eux, il s'y réduit en une terre grise, j'eusse conclu de-là que ce Sel étoit une espece d'Alun particulière qui contenoit bien le même acide que l'Alun ordinaire, mais dont la base terreuse & alkaline étoit un peu différente, puisqu'elle ne devenoit pas blanche, mais grise, sur le charbon, & que le bouillonnement & le boursoufflement n'arrivoient pas à l'Alun dont la base étoit telle.

Cependant si quelqu'un nous eût apporté alors de l'Alun tiré de la tête-morte d'une masse d'Alun ordinaire, & tel que celui que nous avons retiré d'une pareille masse, il n'en auroit pas fallu davantage pour faire voir dans l'instant à chacun de nous la fausseté de nos conséquences, toutes contradictoires qu'elles étoient. On auroit vû qu'un Sel peut être parfaitement de l'Alun, sans pour cela bouillonner ni bouffer sur le charbon ardent, puisque l'Alun lui-même calciné jusqu'à un certain point, sans néanmoins pour cela avoir

perdu sa forme saline & sa solubilité dans l'eau, ne bouillonne ni ne bouffe pas non plus en cas pareil.

Pour moi, en voyant le même Alun calciné se réduire sur le charbon en une terre grise, & n'y pas faire autre chose que le Sel tiré de la tête-morte du Vitriol d'Angleterre, j'eusse reconnu dans l'instant, par la comparaison de ces deux faits, que la seule calcination est capable de produire les différences qui m'en auroient aisément imposé pour en conclure l'espece nouvelle d'Alun que je n'aurois pas manqué d'annoncer. On ne peut trop appuyer sur ces sortes d'exemples, ils sont peut-être le procès d'avance à une infinité de conséquences qui passent pour des vérités, & qui n'en sont point. Ils répriment ce qui n'est que trop commun ; je veux dire, la promptitude & l'impatience à conclure affirmativement sur la moindre lueur de vrai-semblance survenuë à l'occasion de quelques expériences, & ils inspirent la lenteur & la réflexion nécessaires pour ne publier la vérité que quand on a eu tout le temps & les moyens de la bien voir & de la reconnoître.

J'ai encore à faire part à la Compagnie d'une expérience que M. du Hamel, qui en est l'auteur, a bien voulu me communiquer peu de temps après la lecture de mes deux Mémoires sur l'Alun & sur les Vitriols, dans l'Assemblée publique de la S.<sup>t</sup> Martin de l'année 1735 ; ce qui l'y a engagé, c'est qu'il a cru, qu'au cas que je ne l'eusse point faite, il étoit à propos que je n'en ignorasse point le résultat. Cette attention de M. du Hamel est une obligation véritable que je lui ai ; il est vrai que comme mes deux Mémoires sur les Vitriols & sur l'Alun sont déjà suffisamment longs & très-chargés d'expériences, j'avois cru pouvoir en demeurer-là, & remettre à un troisième Mémoire non seulement mes observations sur les Têtes-mortes des Vitriols & de l'Alun, & sur le Vitriol bleu, mais encore quelques autres expériences que je réservoïs pour ce Mémoire, & au nombre desquelles étoit celle qu'a faite M. du Hamel, & qui se présentoit naturellement à la suite de toutes celles de mon second Mémoire ; aussi m'étois-je bien proposé de la faire, & de la retourner de plusieurs façons

différentes, ce qui pouvoit demander une suite de faits un peu longue ; mais en attendant ce détail, comme on pourroit croire, sur le simple récit de l'expérience de M. du Hamel, qu'elle contrarie ce que j'ai avancé sur la composition naturelle du Vitriol blanc ordinaire, je vais faire quelques réflexions sur les inductions qu'on doit naturellement tirer de cette expérience.

Elle consiste à faire fondre deux ou trois onces d'Alun & une once de Vitriol vert dans une certaine quantité d'eau, & ensuite de faire cristalliser ce mélange à la manière ordinaire. On remarque, dit M. du Hamel, que les deux Sels de ce mélange se cristallisent séparément, conservant chacun leur caractère spécifique, & que comme l'Alun est plus difficile à dissoudre que le Vitriol vert, il se cristallise le premier, & ensuite le Vitriol, & par conséquent que ce qui résulte de ce mélange n'est point un Sel uniforme à la vûe comme l'est le Vitriol blanc ordinaire, mais un composé de deux Sels d'une forme & d'une couleur différente, & dont les cristaux sont sensiblement distingués les uns des autres.

Si l'on s'avisoit de conclure de cette expérience que l'Alun & le Vitriol de Mars ne sont pas les deux matériaux principaux de la composition du Vitriol blanc ordinaire, ce seroit une fausse conséquence, puisqu'indépendamment de la voye de la composition je sçais positivement par celle de l'analyse, que ces deux matériaux y entrent réellement, & font la plus grande partie de la composition de ce Vitriol ; & quoique mes expériences analytiques me l'aient fait voir incontestablement, & sans avoir eu besoin, pour en être convaincu, des lumières que j'ai encore tirées depuis du mélange artificiel des deux dissolutions d'Alun & de Vitriol de Mars, sur lequel la décoction de la Noix de Galle & la solution du Sel de Tartre ont produit chacune le même effet que sur le Vitriol blanc ordinaire, il est toujours vrai que ces dernières expériences faites à la suite des autres, sont une confirmation décisive du Sel alumineux & du Vitriol vert que la voye analytique m'avoit fait appercevoir clairement dans le Vitriol

blanc naturel ; qu'y a-t-il donc à conclure de l'expérience de M. du Hamel ? c'est que quand les parties d'Alun & de Vitriol de Mars de notre mélange sont contenues dans un même liquide qui les tient les unes & les autres en dissolution, elles y sont alors, les unes par rapport aux autres, dans un arrangement différent de celui qu'elles acquièrent, quand on les retire de ce liquide par l'évaporation de ses parties aqueuses & la cristallisation des deux Sels.

Dans le cas de la dissolution du mélange artificiel d'Alun & de Vitriol de Mars, chacune des petites parties de ces deux Sels sont placées dans le liquide, les unes à l'égard des autres, comme elles le sont dans le Vitriol blanc naturel, soit dissout dans l'eau, soit sous une forme sèche, c'est-à-dire, que le liquide dont on s'est servi pour la dissolution du mélange artificiel d'Alun & de Vitriol de Mars, s'en charge de manière que chaque petite partie de Vitriol n'a point à ses côtés d'autres parties de Vitriol, mais des parties d'Alun, & que celles d'Alun sont aussi séparées les unes des autres par des parties de Vitriol. De-là vient que si l'on jette ou de l'Huile de Tartre, ou de la décoction de Noix de Galle sur quelque portion que ce soit du liquide qui tient ce mélange en dissolution, il ne s'y fait ni une Encre bien noire, ni un Précipité bien blanc, comme il arriveroit si la décoction de Noix de Galle n'agissoit que sur du Vitriol dont les parties seroient réunies ; & si l'Huile de Tartre n'agissoit de même que sur de l'Alun dont les parties ne seroient pas entremêlées de Vitriol ; en un mot ces deux essais produisent, au lieu de noir, un brun noirâtre, & au lieu d'un beau blanc, un blanc sale, ce qui annonce & déclare l'arrangement dont on vient de parler, comme il a déjà été expliqué précédemment dans ce Mémoire ; & comme alors, c'est-à-dire, lorsque les parties alumineuses & vitrioliques de notre mélange sont contenues ensemble dans un même liquide aqueux, l'arrangement de ces parties se trouve tel, que celui des parties de même nature contenues dans le Vitriol blanc naturel dissout, ou sous une forme sèche, c'est pour cela que l'Huile de Tartre & la  
décoction



décoction de Noix de Galle font la même chose sur notre mélange tenu en dissolution que sur le Vitriol blanc naturel.

Mais quand on évapore la partie aqueuse de ce mélange, & cela comme on a coutume de le faire dans la cristallisation des Sels, l'arrangement dont on vient de parler, & qui étoit entretenu par l'action du liquide, cesse totalement par la nature du Vitriol vert & de l'Alun ordinaire dont on s'est servi. Cette espece d'Alun, ainsi que l'a remarqué M. du Hamel, moins aisément dissoluble & plus promptement cristallisable que le Vitriol vert ordinaire, se sépare d'abord du liquide où il laisse le Vitriol, qui se cristallise ensuite sous la forme qui lui est particulière, & cela à peu-près comme si la liqueur n'eût jamais été chargée que de ce dernier Sel. Par-là chaque parties d'Alun & de Vitriol se réunissant à leurs semblables, & faisant, pour ainsi dire, bande à part, forment des masses qui du moins, pour la plus grande partie, ne sont plus un composé d'Alun & de Vitriol comme l'étoient chaque portions du liquide où ces deux Sels étoient contenus; ce qui fait que l'Huile de Tartre & la décoction de Noix de Galle n'agissent plus sur ces deux sortes de masses, comme elles y agissoient lorsqu'elles étoient divisées & confonduës dans le liquide, ou comme elles agissent sur toutes les parties du Vitriol blanc naturel & ordinaire dissout dans de l'eau, ou sous une forme sèche.

Au reste, quoique la plus grande partie des masses cristallisées & résultantes de l'évaporation de la dissolution d'Alun & de Vitriol ne soient point chacune un composé de ces deux Sels, j'en ai cependant remarqué plusieurs, qui mises sur la langue, ou mêlées à la décoction de la Noix de Galle, ont donné, par l'une & par l'autre voye, des indices certains d'un mélange d'Alun & de Vitriol; mais il faut convenir que malgré cet alliage, qui ne se trouve que dans quelques-unes de ces masses, la seule inspection fait appercevoir bien de la différence entre le résidu de l'évaporation du mélange artificiel d'Alun & de Vitriol vert dissout dans une même portion d'eau, & ce qui reste quand on a fait évaporer de l'eau

ou du Vitriol blanc naturel & ordinaire, avoit été dissout. Dans le cas du mélange artificiel, on n'a besoin que de ses yeux pour appercevoir & distinguer clairement l'Alun & le Vitriol confondus auparavant dans le liquide, & qui n'ont eu besoin que de la voye de la cristallisation pour se débarrasser l'un de l'autre, & se faire reconnoître. Dans le cas au contraire du Vitriol blanc ordinaire, chacune des petites parties d'Alun & de Vitriol de Mars dont il est composé, se précipitent ensemble par l'évaporation du liquide, ce qui leur fait conserver entre elles le même arrangement qu'elles avoient dans le liquide, & qu'y avoient aussi les parties vitrioliques & alumineuses de notre mélange artificiel; & comme chacunes des petites parties d'Alun & de Vitriol de Mars, qui sont à côté les unes des autres dans le Vitriol blanc naturel, sont trop fines & trop déliées pour pouvoir être apperçûes & distinguées en cet état, il faut alors avoir recours à une autre voye que celle de la cristallisation pour séparer, réunir & faire paroître les parties d'Alun de ce Vitriol, & cette voye est celle qui m'a réussi, & que j'ai publiée dans ce Mémoire.

Par conséquent tout ce que l'observation de M. du Hamel donne lieu de conclurre à juste titre, c'est que quoique l'Alun & le Vitriol de Mars contenus dans le Vitriol blanc ordinaire, y soient essentiellement les mêmes que le sont l'Alun & le Vitriol vert ordinaires dont M. du Hamel s'est servi, c'est-à-dire, que le même acide vitriolique, & une base terreuse & une autre ferrugineuse forment également les deux Sels de l'un & de l'autre composé; cependant puisque l'Alun & le Vitriol vert ordinaires, dissous & confondus dans un liquide, se séparent facilement l'un de l'autre, ainsi qu'il a été dit, quand on a évaporé la liqueur, & que d'un autre côté l'Alun & le Vitriol de Mars contenus naturellement dans le Vitriol blanc, & fondus de même dans une certaine quantité d'eau, sont tout le contraire, se précipitent ensemble & dans le même temps à mesure que la liqueur s'évapore, & demeurent toujours, après cette évaporation, dans le même état d'union ou de confusion qu'auparavant, il faut nécessairement qu'il

y ait quelque différence particulière entre les deux Sels, ou l'un des deux Sels d'une part, & les deux Sels ou l'un des deux Sels de l'autre part, & que de cette différence naissent les deux effets différents qui ont été remarqués, & qui ne consistent pourtant, comme il a été dit, que dans la précipitation & la cristallisation plus ou moins prompte de l'Alun par rapport au Vitriol de Mars.

Entre les causes qui peuvent être imaginées pour la production de ces effets différents, un certain alliage ou quelque préparation particulière qui ne se trouve pas également dans les deux Sels, ou dans l'un des deux Sels de part & d'autre, se présente naturellement & d'abord à l'esprit.

Nous avons déjà remarqué, en finissant ce Mémoire, que le Vitriol blanc ordinaire nous offroit encore un troisième corps à découvrir. Ce troisième corps ne seroit-il pas un peu de Plomb? car le Vitriol blanc a une saveur un peu sucrée qui en pourroit venir. Quoi qu'il en soit, ne seroit-ce point ce troisième corps qui donneroit lieu à l'union ou à la confusion constante des deux Sels dont il s'agit, & cela ou en hâtant la précipitation trop tardive du Vitriol de Mars, ou en retardant la précipitation trop prompte de l'Alun, & faisant par-là rencontrer dans le même temps ces deux précipitations.

Nous avons encore remarqué dans ce Mémoire, que l'Alun ordinaire a réellement un alliage que nous soupçonnons être du Cuivre, & qui tel qu'il soit, peut contribuer à hâter la précipitation & la cristallisation de cet Alun par rapport à celles du Vitriol vert. Il n'est pas douteux non-plus que quoique la base principale du Vitriol vert d'Angleterre ou d'Allemagne soit du Fer, chacun de ces Vitriols ne contienne encore des alliages particuliers capables d'altérer leurs propriétés naturelles, & de les rendre moins promptement cristallifiables qu'ils ne le seroient sans cela: or si l'Alun & le Vitriol de Mars contenus dans le Vitriol blanc, sont plus purs que notre Alun & notre Vitriol vert ordinaires, ou s'ils sont chargés d'un alliage différent, il en résultera d'autres effets.

De plus quoique le Vitriol vert calciné en blancheur, ne

differe point essentiellement de ce qu'il étoit auparavant, cependant, outre les parties d'eau que la calcination en a chassées, elle lui a encore enlevé quelques acides, par la perte desquels il pourroit être plus propre à s'unir à ceux qui sortent de la surface de l'Alun, & à former avec ce Sel une union telle, que ces deux Sels ainsi unis ne se cristalliseroient plus ensuite séparément ; cette union deviendroit peut-être encore plus forte par la calcination de l'Alun, qui par la perte qu'il feroit aussi de quelques-uns de ses acides, donneroit à ceux qui sortiroient de la surface du Vitriol, le même accès dans ses pores que le Vitriol calciné donneroit en même temps chés lui à ceux de l'Alun. Il m'a encore paru que le Vitriol & l'Alun calcinés, & fondus ensuite séparément dans l'eau, formoient chacun en particulier par l'évaporation de la liqueur, un sédiment moins cristallisable, ou du moins dont la surface étoit moins polie, & plus irrégulière que celle des cristaux ordinaires du Vitriol & de l'Alun, ce qui pourroit faire croire que le Vitriol blanc ordinaire auroit véritablement été composé de Vitriol vert & d'Alun calcinés ; car quand on considère les cristaux du Vitriol blanc, on remarque qu'ils sont bien plus mates, moins polis, moins luisants, moins transparents, & d'une surface plus raboteuse que ne le sont les cristaux ordinaires d'Alun & de Vitriol vert séparément considérés.

Enfin j'ai déjà observé dans ce Mémoire, que quand l'Alun ordinaire avoit reçu une certaine préparation, soit de la part du feu, soit de la part de l'eau où il avoit été tenu longtemps en dissolution, il en devenoit différent à certains égards de ce qu'il étoit auparavant. Ne pourroit-on pas, pour essayer de parvenir à une imitation plus parfaite du Vitriol blanc ordinaire, se servir d'un Alun préparé de cette manière, ou d'un Alun artificiel fait avec un acide vitriolique & différentes sortes de terres blanches & alkales ? Ce dernier Alun pourroit être mêlé & à un Vitriol vert artificiel, & à chacun des différents Vitriols verts naturels.

C'est en suivant ces vûes, & toutes celles encore que

L'expérience chimique peut suggérer de nouveau, qu'on peut espérer de parvenir à la découverte d'un Alun & d'un Vitriol de Mars qui soient tels l'un par rapport à l'autre, que quand ils auront été dissous dans une même portion d'eau, ils se précipiteront ensemble, & dans le même temps, à mesure qu'on fera évaporer la liqueur. Ce qui justifie le projet de cette découverte, c'est la possibilité fondée sur un exemple sensible du même fait qu'offre incontestablement l'examen de la composition naturelle du Vitriol blanc ordinaire, qui contient réellement du Vitriol de Mars & de l'Alun, qui demeurent toujours confondus ensemble, & ne se cristallisent point séparément, quand on a fondu ce Vitriol dans l'eau, & qu'on a fait ensuite évaporer la liqueur jusqu'à pellicule.

## SUR LA FIGURE DE LA TERRE.

Par M. DE MAUPERTUIS.

4 Février  
1736.

I. **T**OUTES les Méthodes pour déterminer la Figure de la Terre, se réduisent sous deux classes; les unes consistent à comparer la longueur & la courbure de deux Arcs contigus, soit pris tous deux sur un Méridien, soit pris l'un sur un Méridien, & l'autre sur un Parallele. Ces Méthodes se peuvent pratiquer, pour ainsi dire, dans un même lieu, du moins dans un même pays.

Les autres Méthodes consistent à comparer ensemble, par rapport à leur longueur & à leur courbure, différents Arcs des Méridiens, ou des Méridiens & des Paralleles, pris à de grandes distances.

Ces dernières Méthodes ont cet avantage, que les quantités par lesquelles on cherche à déterminer la Figure de la Terre, se multiplient à mesure qu'on compare ensemble des Arcs plus éloignés; mais ces Méthodes demandent de longs voyages, & des opérations faites dans des climats différents.

Au contraire lorsqu'on ne veut se servir que d'Arcs contigus, les quantités qu'ils donnent pour déterminer la Figure de la Terre, sont si peu considérables & si difficiles à observer, que jusqu'ici les mesures prises avec le plus d'habileté & le plus de précaution, n'ont point encore convaincu ceux qui veulent que la Terre soit aplatie vers les Poles.

Il faut avouer que cette matière est extrêmement délicate, & qu'on trouve dans la pratique de très-grandes difficultés. Si l'on se sert de quelque Méthode par laquelle on veuille observer immédiatement la courbure du Méridien & du Parallele, on est plongé dans les Réfractions, & exposé à des erreurs qu'il est difficile d'éviter & de connoître. Si l'on se sert de la distance des Etoiles au Zénit, les Réfractions deviennent peu à craindre, mais il faut observer ces distances

à quelques secondes près ; & où sont les instruments & quelle est l'industrie qui puissent nous assurer de quelques secondes ?

II. Après avoir beaucoup médité sur cette matière, j'ai cru que la plus sûre de toutes les Méthodes, pour bien déterminer la Figure de la Terre, devoit être prise dans la seconde classe parmi celles où les quantités sont multipliées, & c'est ce qui m'a fait résoudre à aller mesurer quelque degré vers le Cercle Polaire.

Cependant j'ai imaginé une Méthode de la première classe pour découvrir si la Terre est allongée ou aplatie, qui me paroît exempte de presque tous les inconvénients auxquels les autres Méthodes sont sujettes, & que je prie les Astronomes & les Géomètres de vouloir bien examiner & perfectionner, parce qu'il me semble que si l'on veut donner à cette Méthode & à une autre que je proposerai ensuite, le temps & les soins qu'elles demandent, elles peuvent donner une extrême précision.

J'y évite 1.<sup>o</sup> l'effet des Réfractions. 2.<sup>o</sup> Les erreurs qui peuvent venir de la construction & de la division des Instruments. 3.<sup>o</sup> Enfin les embarras & les erreurs de la mesure d'une Base.

III. Je demande qu'on puisse s'assurer qu'une Lunette est bien dirigée au Zénit. La direction verticale & l'horizontale étant données sans aucun art dans la nature par la tendance des graves & par la surface des liqueurs, je crois qu'on peut parvenir, avec une grande exactitude, à donner à une Lunette l'une ou l'autre de ces directions.

Je cherche maintenant dans les régions du Ciel, dont la déclinaison est d'environ 45 degrés, deux Étoiles dont l'ascension droite soit la même, & qui ne soient pas plus éloignées l'une de l'autre que de 2 degrés. Le Ciel offre un grand nombre d'Étoiles qui auront ces conditions, car il n'est pas nécessaire que ces Étoiles soient exactement à 45 degrés du Pole, ni que leur ascension droite soit exactement la même, pourvu qu'elle ne diffère que de très-peu ; & enfin leur

distance n'est point limitée, pourvû qu'elle ne passe pas l'étendue que peut embrasser un Micrometre.

Après avoir choisi ces deux Etoiles, on s'assûrera des deux points pris sur la Terre qui voyent chacune au Zénit. C'est cette opération qui peut demander du temps & de la peine; car auparavant qu'on se soit placé exactement sous chacune de ces Etoiles, il faudra peut-être plusieurs stations en de-çà & en de-là des points qu'on cherche: mais enfin on y parviendra, & lorsqu'on aura vû l'Etoile courir sur le fil qui passe par le centre de la Lunette, on vérifiera son passage au Zénit en tournant la Lunette, & observant si elle se trouve encore de la même manière dans le même fil; & comme cette opération se peut faire avec une Lunette aussi longue qu'on voudra, il paroît qu'on se peut assûrer, avec la plus grande précision, que l'Etoile passe au Zénit.

Les deux points de la Terre ainsi trouvés, qui voyent les deux Etoiles à leur Zénit, on joindra par des Triangles ces deux points, & ayant divisé leur distance en deux également, on s'ira placer au milieu de cette distance. Là pointant au Zénit une Lunette moins longue que la première, munie d'un Micrometre, & dont le champ contienne les deux Etoiles ensemble; lorsque ces Etoiles passeront au Méridien, si la Terre étoit Sphérique, on les verroit à égale distance du centre de la Lunette, mais si la Terre est allongée ou aplatie, ces deux Etoiles en seront inégalement éloignées, ou coupées différemment par les deux fils qui sont également distants du centre; & si l'on ne veut pas se fier à l'égalité de la distance de ces fils au centre, on pourra faire raser ou couper les deux Etoiles successivement par le même fil, en tournant la Lunette sur son axe.

Fig. 1.

IV. Soit  $PMNA$  le Méridien céleste, &  $pmna$  le Méridien de la Terre. Soient les deux Etoiles  $M$  &  $N$ , dont l'ascension droite est la même, & dont la distance  $MN$  est de 2 degrés. Soient tirées de ces deux Etoiles les droites  $Mf$ ,  $Ni$ , perpendiculaires au Méridien de la Terre, en sorte que les points  $m$  &  $n$  soient les lieux qui voyent les deux Etoiles au Zénit



au Zénit, & soient éloignés de 2 degrés en latitude. Soit l'arc  $MX = XN$  de 1 degré, & soit tirée  $Xx$  perpendiculaire au Méridien de la Terre, en sorte que les arcs terrestres  $mx$ ,  $xn$ , soient chacun de 1 degré. Soit le point  $q$  qui partage en deux également la distance terrestre entre  $m$  &  $n$ ; soit tirée par ce point la droite  $qz$  perpendiculaire au Méridien de la Terre; enfin soit pris l'arc  $ZR = ZN$ .

Je dis maintenant que si du point  $q$ , qui partage en deux également la distance terrestre  $mn$ , on dirige au Zénit une Lunette avec laquelle on compare la distance  $ZN$  de l'Etoile méridionale au Zénit avec la distance  $ZM$  de l'Etoile septentrionale, la différence de ces distances sera l'arc  $RM$  double de  $XZ$ , c'est-à-dire, double de l'arc compris entre le Zénit du point  $q$  qui partage en deux également la longueur de l'arc  $mn$ , & le Zénit du point  $x$  qui partage en deux également l'amplitude de cet arc.

Si donc la Terre est telle qu'elle paroît par les mesures de M. Cassini, & que le point  $q$  soit vers le 45<sup>me</sup> degré de latitude, l'angle  $xkq$  ou  $KKZ$  est d'une seconde, & la différence de la distance au Zénit des deux Etoiles sera l'arc  $RM$  de 2 secondes, l'Etoile septentrionale étant la plus éloignée.

Si au contraire la Terre ne diffère de la Sphere qu'autant que le prétend M. Newton en sens contraire, ce sera l'Etoile méridionale qui sera la plus éloignée du Zénit, & la différence des éloignements sera d'environ une seconde.

Quoique les différences des distances des deux Etoiles au Zénit paroissent peu considérables, elles peuvent être fort sensibles dans cette opération, où il n'est point besoin de mesures absolues, & où il n'est question que de voir si le fil de la Lunette approche plus d'une Etoile que de l'autre, ou coupe autrement une Etoile que l'autre, & c'est l'opération la plus sûre dont l'œil soit capable.

V. On pourroit, au lieu d'une simple Lunette pointée au Zénit du point  $q$ , se servir de deux Lunettes attachées ensemble sous un angle plus grand que celui que peut soutenir le Micrometre, & qui seroit partagé en deux également par

la verticale qui passe au point *q*. On auroit alors entre la distance des deux Etoiles au Zénit, des différences plus sensibles, & si sensibles qu'on voudroit, en faisant l'opération sur de grands Arcs du Méridien, & il n'est point nécessaire que les deux Etoiles ayent la même ascension droite.

L'Arc depuis Collioure à Dunkerque, déterminé par M. Cassini, donneroit un moyen commode de faire cette opération, & de vérifier en même temps l'opération de M. Cassini, & les conséquences qu'il en a tirées; car ayant déterminé vers Collioure & vers Dunkerque les points au Zénit desquels passe quelque Etoile, il seroit facile de partager en deux également par le calcul des Triangles de M. Cassini, la distance entre ces deux points, & s'allant placer au milieu ainsi déterminé, on devroit trouver entre la distance au Zénit de l'Etoile méridionale & de l'Etoile septentrionale, une différence d'environ 16 secondes.

Cet avantage qu'on a ici de se passer des mesures absolües, a non seulement lieu pour la distance des Etoiles au Zénit, il a lieu encore pour la distance entre les deux points qui terminent sur la Terre l'Arc du Méridien. On n'a point besoin dans cette opération de mesurer de Base, ni de rapporter l'Arc du Méridien à aucune mesure connue, il suffit de partager la distance entre ces deux points, quelle qu'elle soit, en deux parties égales, ce qui est beaucoup plus facile & plus sûr que de rapporter ces distances à une Base & à des mesures connues. Enfin il est clair que cette opération est tout-à-fait exempte des effets de la réfraction.

VI. Si l'on croyoit pouvoir déterminer assés exactement la quantité absolüe de la différence de distance des deux Etoiles au Zénit, du point qui partage en deux également la distance terrestre, & qu'on eût aussi la mesure absolüe de cette distance, je vais donner une Méthode pour déterminer par cette opération la Figure de la Terre, non pas que je croye qu'on la puisse bien déterminer par une opération faite dans une seule région, mais parce que cette Méthode servira à trouver ce que des différences données entre l'axe de la Terre & le

diamètre de l'Équateur peuvent donner de différence entre les distances des deux Étoiles au Zénit du lieu qui partage en deux également la distance terrestre.

## PROBLÈME.

*Le diamètre de l'Équateur, l'axe & la longueur de l'Arc du Méridien étant donnés, trouver la différence de distance des deux Étoiles au Zénit du lieu qui partage l'Arc du Méridien en deux également !*

SOLUTION. Soit l'Ellipse  $p m x n a$  qui représente le Méridien du Sphéroïde, dans laquelle le rayon de l'Équateur  $ca = 1$ , le demi-axe  $cp = m$ ,  $ce = x$ ,  $ne = y$ , & dont l'équation est  $y = m \sqrt{(1 - xx)}$ , d'où l'on tire la perpendiculaire  $nt = m \sqrt{(1 - xx + mmxx)}$ , & le rayon de la développée  $ng = \frac{1}{m} (1 - xx + mmxx)^{\frac{3}{2}}$ . Si l'on prend le sinus de l'angle  $etn$ , qui est l'angle de la latitude,  $= s$  pour le rayon  $= 1$ , on a  $1 : s :: m \sqrt{(1 - xx + mmxx)} : m \sqrt{(1 - xx)}$ . D'où l'on tire  $xx = \frac{1 - ss}{1 + mm - 1 ss}$ , & mettant cette valeur de  $x$  dans l'expression du rayon de la développée, il devient  $ng = \frac{mm}{(1 + mm - 1 ss)^{\frac{3}{2}}}$ .

Fig. 2.

Soit maintenant la longueur donnée de l'Arc  $ng$  ou  $qm = A$  pour les latitudes dont les sinus sont  $s$  &  $s'$ ; & soit appelé  $z$  le petit angle  $xkq$  formé par les deux perpendiculaires au Méridien de la Terre, dont l'une passe au point  $q$  qui partage la longueur de l'Arc  $mn$  en deux également, & l'autre au point  $x$  qui partage en deux également son amplitude.

On a ( puisque les angles  $ngx$ ,  $xhm$ , sont égaux )

$$\frac{nq}{ng} + z = \frac{mq}{mh} - z, \text{ ou } \frac{A(1 + mm - 1 ss)^{\frac{3}{2}}}{mm} + z = \frac{A(1 + mm - 1 s's')^{\frac{3}{2}}}{mm} - z, \text{ ou (à cause que } mm - 1 \text{ est fort petit) } A(1 + \frac{3}{2} mm - 1 ss) + mmz = A(1 + \frac{3}{2} mm - 1 s's') - mmz$$

Qq ij

$$mm - 1 s's') - m^2 z, \text{ d'où l'on tire } z = \frac{3mm - 1 A \times s's - ss}{4mm}.$$

VII. L'avantage qu'on a dans l'opération que je viens de proposer, de se passer de Secteurs de Cercle, & d'éviter les erreurs qui peuvent se trouver dans la construction & la division de ces instruments ; cet avantage, dis-je, m'a fait penser à réduire à une pareille opération une Méthode de la seconde classe, une de celles où les quantités qu'on cherche se trouvent multipliées par la distance des lieux où se font les observations.

Celle de ces Méthodes qui me paroît la plus propre pour déterminer la Figure de la Terre, consiste à comparer ensemble, par rapport à leur longueur & à leur amplitude, différents Arcs du Méridien pris à de grandes distances ; & cette Méthode, comme on voit, se réduit à bien mesurer dans chaque lieu quelque Arc du Méridien. Voici comme je crois que l'opération se pourroit faire.

Je chercherois deux lieux sur la Terre, distants d'environ un degré, & tels que chacun eût une Etoile qui passât à son Zénit ( il n'est pas nécessaire ici que les deux Etoiles aient la même ascension droite, ni même approchent de l'avoir, ce qui rend tous les lieux de la Terre susceptibles de cette opération ). M'étant bien assuré qu'au Zénit de ces deux lieux passent deux Etoiles, & ayant bien mesuré leur distance sur la Terre, j'irois me placer vers le milieu de cette distance, ou à une des extrémités, ou même par-tout ailleurs. Car la différence de réfraction de deux Astres éloignés d'un degré, peut passer pour nulle ; ayant donc choisi pour la dernière observation le lieu qui d'ailleurs me paroîtroit le plus convenable & le plus commode, je prendrois avec le Micrometre la distance en déclinaison des deux Etoiles ; & quoique dans cette Méthode il y ait trois opérations, au lieu qu'il n'y en a que deux dans celle de M. Picard & de M. Cassini, je crois qu'elle est moins susceptible d'erreur.

VIII. On a deux sortes d'opérations à faire pour la mesure de la Terre ; les unes regardent les distances des Etoiles

au Zénit, les autres les distances des points de la Terre qu'on prend pour termes des opérations.

Les premières de ces opérations sont celles qui paroissent les plus délicates & les plus difficiles, cependant les erreurs qui se peuvent commettre sur les Secondes, ne sont pas à négliger, il faut sçavoir jusqu'où elles peuvent aller, en supposant qu'on ne soit jamais favorisé du hazard, & que les choses arrivent toujours de la manière la plus malheureuse, c'est-à-dire, qu'au lieu que les erreurs se détruisent les unes les autres, elles tombent toujours du même sens & s'accumulent.

Il est vrai qu'on a coûtume, à l'extrémité de la distance terrestre mesurée, de vérifier l'ouvrage par la mesure actuelle du côté de quelqu'un des Triangles, mais on ne peut pas s'assurer de trouver par-tout ce moyen de vérification; & je veux examiner ici (supposé qu'on ne fît point de vérification) quelle pourroit être l'erreur commissible sur une distance mesurée d'après une Base.

Il est clair que dans cette opération, qui se fait par une suite de Triangles, un des côtés d'un Triangle servant toujours de base au Triangle suivant, si ce côté se trouve trop grand, les côtés du Triangle suivant qu'on mesure avec lui, se trouvent trop grands aussi; & si dans le Triangle suivant l'erreur se commet de la même manière, on trouvera d'après une base déjà trop grande, un côté trop grand encore pour elle dans le même rapport, & ainsi de suite.

IX. Soit la ligne  $AF$  qui représente la distance qu'on veut mesurer, dans laquelle les parties  $AB, BC, CD, &c.$  sont égales, pendant que chaque partie  $Bc, cd, de, &c.$  déterminée par un Triangle, croît toujours d'une partie proportionnelle, en sorte que toutes ces parties forment une progression géométrique. Si l'on prend donc la première  $AB$  qui sert de base  $= B$ , & la partie de cette base dont on se trompe dans le Triangle suivant  $Cc = b$ , on a  $AB = B$ ,  $Bc = B + b$ ,  $cd = \frac{(B+b)^2}{B}$ ,  $de = \frac{(B+b)^3}{B^2}$ , &c. Fig. 3.

Soit donc le nombre des Triangles qui doivent déterminer

Q q iii

la distance totale  $= x$ , on aura pour la somme de ce nombre  $x$  de parties croissantes en progression géométrique,

$$\frac{(B+b)^x - B^x}{B^{x-2}}.$$

Mais si l'on ne s'étoit point trompé, toutes ces parties auroient été égales, & leur somme seroit  $XB$ ; on a donc pour la différence entre la vraie distance  $AF$ , & la distance

qu'on trouve  $Af$ , on a  $Ff = \frac{(B+b)^x - B^x}{b B^{x-2}} - x B$ .

Or  $b$  étant fort petit par rapport à  $B$ , cette quantité se peut

réduire à 
$$\frac{B^x + x B^{x-1} b + \frac{x \times (x-1)}{2} B^{x-2} b b - B^x - x B^{x-1} b}{b B^{x-2}}$$

ou  $\frac{(x \times x - x) b}{2}$ . D'où l'on voit qu'après un nombre quelconque de Triangles, la somme des erreurs est égale à la première erreur multipliée par le nombre triangulaire qui répond au nombre des Triangles.

X. Si l'on examine maintenant la somme des erreurs qui peuvent s'être accumulées après 20 Triangles, on sera peut-être surpris de voir qu'en supposant les parties  $AB$ ,  $BC$ , &c. de 4000 toises chacune, & qu'à la première opération s'étant trompé de 1 toise, on se trompe à chacune de  $\frac{1}{4000}$ .<sup>e</sup> partie de la distance qu'on mesure, on sera peut-être surpris de voir que sur 80000 toises, on pourroit avoir commis une erreur de près de 200 toises. Pour le voir, il n'y a qu'à faire  $b = 1$  &  $x = 20$ , & l'on trouvera  $\frac{(x \times x - x) b}{2} = 190$  toises.

Si donc les erreurs qu'on commet à chaque opération, n'alloient se compensant les unes les autres, on seroit bien éloigné de pouvoir se flatter de l'exactitude sur laquelle on compte ordinairement, & les erreurs géodésiques pourroient devenir d'aussi grande conséquence que celles qu'on peut commettre dans la mesure des distances de l'Etoile au Zénit.

Il est vrai qu'il ne paroît gueres possible que toutes les erreurs tombent dans le même sens, & qu'il y a beaucoup

de probabilité que sur un grand nombre de Triangles elles se distribuent de côté & d'autre, & qu'une partie s'en détruit, mais c'est toujours dépendre du hazard.

XI. Si l'on ne vouloit rien devoir à cette espece de fortune ; si l'on vouloit, en mettant tous les hazards contre soi, s'assurer de la mesure de quelque Arc du Méridien avec la moindre erreur possible, on voit assés, par tout ce que nous venons de dire, que ce ne seroit pas le plus grand Arc qui donneroit la plus grande certitude.

Soit toute l'erreur qu'on peut commettre en mesurant l'Arc céleste dont les extrémités répondent aux Zénits des extrémités de l'Arc terrestre, soit cette erreur réduite en toises appelée  $A$ , on aura, adjoûtant cette erreur à l'erreur géodésique,  $A + \frac{(xx-x)b}{2}$ , & c'est cette somme d'erreurs qui répandue sur la distance à mesurer  $x B$ , doit être la moindre. Je fais donc  $\frac{A}{Bx} + \frac{xb}{2B} - \frac{b}{B}$  un *minimum*, ou (traitant  $x$ , quoiqu'il soit un nombre comme une quantité qui prend & perd des accroissements infiniment petits)  $-\frac{A}{Bxx} + \frac{b}{2B} = 0$ , d'où l'on tire pour le nombre des Triangles qu'il faut faire,  $x = \sqrt{\frac{2A}{b}}$ .

On voit par-là que le nombre le plus avantageux des Triangles dépend de l'erreur  $A$  qu'on peut commettre sur la distance des Etoiles au Zénit, & de l'erreur  $b$  qu'on peut commettre sur la mesure de chaque Triangle, & que la distance qu'il faut prendre pour la plus grande sûreté, dépend de la capacité de l'instrument avec lequel on prend les angles que forment les objets terrestres, & de celles de l'instrument avec lequel on observe la distance des Etoiles au Zénit.

Si donc on suppose que l'instrument avec lequel on prend les angles des objets terrestres, donne  $AB$  de 4000 toises à une toise près, on aura  $b = 1$  : & si l'instrument avec lequel on observe la distance des Etoiles au Zénit, donne cette distance à 2 secondes à chaque observation, on aura

$A = 64$  toises ; & mettant ces valeurs dans  $x = \sqrt{\frac{2A}{b}}$  ;

on a  $x = \sqrt{128} = 11$ . D'où l'on voit que si chaque Triangle donnoit 4000 toises sur la distance qu'on veut mesurer, cette distance ne devoit pas passer 44000 toises pour donner la certitude de la moindre erreur.

On peut trouver autrement le nombre des Triangles qui donne la certitude de la moindre erreur, en considérant que l'erreur commissible dans la distance des Etoiles au Zénit étant donnée en toises, la distance terrestre ne doit pas passer celle qui peut donner une erreur égale à celle-là. Ainsi l'on a

$$A = \frac{(xx - x)b}{2} \text{ ou } xx - x = \frac{2A}{b}, \text{ d'où l'on tire } x = \frac{1}{2}$$

$$+ \sqrt{\left(\frac{1}{4} + \frac{2A}{b}\right)} \text{ qui diffère peu de ce que l'on a trouvé}$$

par la méthode de *maximum* & de *minimum*, lorsque, comme il arrive toujours ici,  $A$  est fort grand par rapport à  $b$ , & la différence qui se trouve entre les deux valeurs de  $x$ , vient de ce que par la méthode de *maximis* on a traité les accroissements ou décroissements de  $x$  comme des quantités infiniment petites par rapport à lui. Aussi les deux valeurs qu'on trouve ne sont absolument les mêmes que lorsque  $x$  est fort grand ; car alors  $A = \frac{(xx - x)b}{2}$  se réduit à  $A = \frac{xxb}{2}$ .



**OBSERVATION**



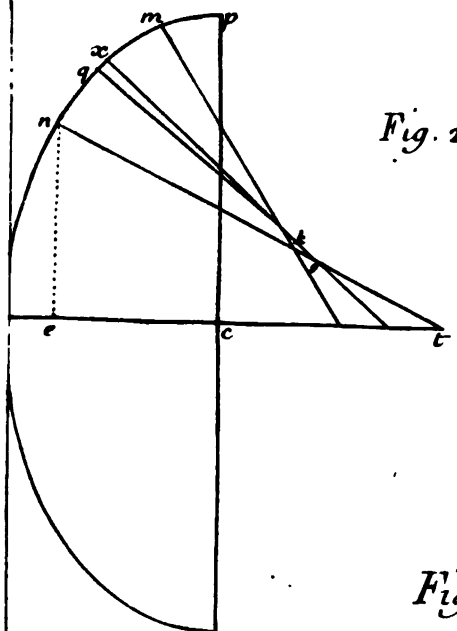
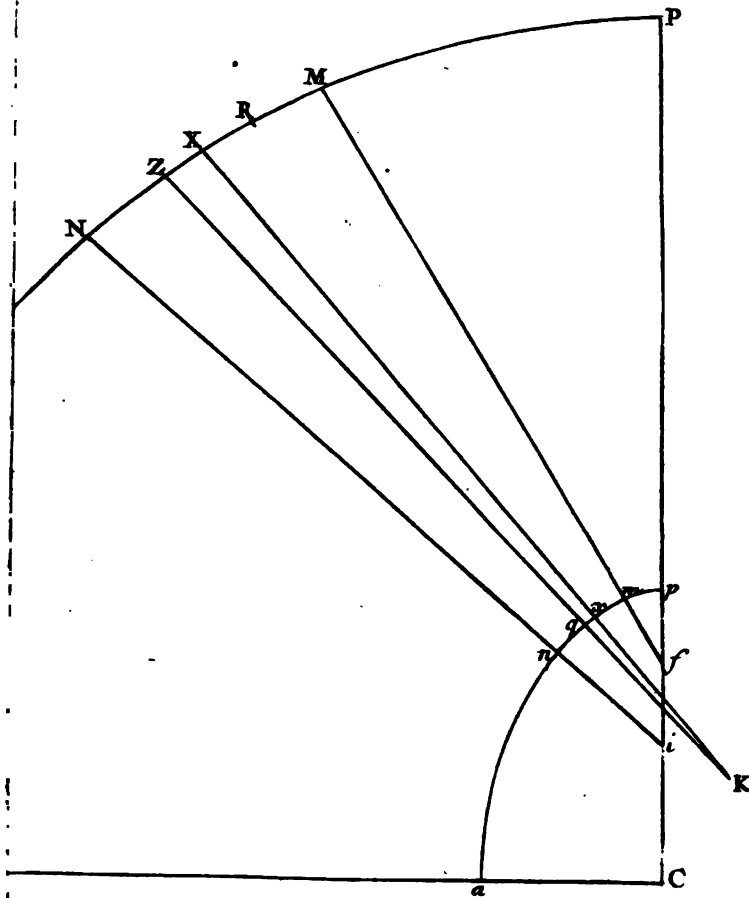


Fig. 2

Fig. 3

C c D d f



# OBSERVATION DE L'ECLIPSE TOTALE DE LUNE,

*Faite à Thury le 20 Septembre 1736.*

Par M. CASSINI.

**N**OUS avons eu le temps favorable pour l'Observation de l'Eclipse totale de Lune que j'ai faite à Thury avec une Lunette de 8 pieds, garnie d'un Micrometre à réticules, & montée sur une Machine Parallactique.

A 1<sup>h</sup> 8' 40" commencement de l'Eclipse, qu'il est difficile de distinguer, à cause que l'ombre de la Terre sur le disque de la Lune n'étoit point tranchée.

- |    |    |  |
|----|----|--|
| 11 | 10 | l'ombre à Grimaldi.                      |
| 12 | 40 | la Lune est éclipsée d'un doigt.         |
| 18 | 50 | deux doigts.                             |
| 20 | 40 | l'ombre à Aristarque.                    |
| 23 | 0  | Aristarque est entièrement dans l'ombre. |
| 23 | 50 | trois doigts.                            |
| 28 | 40 | quatre doigts, l'ombre est à Copernic.   |
| 30 | 46 | Copernic est entièrement dans l'ombre.   |
| 31 | 43 | Heraclide est dans l'ombre.              |
| 34 | 13 | cinq doigts.                             |
| 36 | 31 | l'ombre à Helicon.                       |
| 37 | 21 | l'ombre à Tycho.                         |
| 38 | 29 | Tycho est entièrement dans l'ombre.      |
| 39 | 38 | six doigts.                              |
| 43 | 32 | l'ombre à Platon.                        |
| 45 | 2  | Platon est entièrement dans l'ombre.     |
| 45 | 22 | sept doigts.                             |

*Mem. 1736.*

. R r

# 314 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

à 1 <sup>h</sup>	46'	6"	l'ombre à Manilius.
	47	22	Manilius est entièrement dans l'ombre.
	49	43	l'ombre à Menelaüs.
	50	57	huit doigts.
	56	43	neuf doigts.
2	2	29	dix doigts.
	5	53	l'ombre à Proclus.
	7	13	l'ombre à Langrenus.
	8	18	Onze doigts.
	9	14	Langrenus est entièrement dans l'ombre.
	9	53	la Lune est éclipsée de 11 doigts & demi.
	13	16	Immersion totale de la Lune dans l'ombre.

## A 3<sup>h</sup> 59' 0" commencement de l'Émerfion ou du recouvrement de la lumière.

4	1	50	Grimaldi sort de l'ombre.
	3	0	Grimaldi est entièrement sorti.
	4	50	la Lune est éclipsée de 11 doigts.
	10	10	Aristarque sort.
	10	33	dix doigts.
	11	30	Aristarque est sorti.
	16	50	neuf doigts.
	19	40	Heraclide est sorti.
	21	55	huit doigts.
	22	31	Helicon est sorti.
	24	21	Tycho est sorti.
	27	21	sept doigts.
	30	21	Platon est sorti.
	33	1	six doigts.
	39	2	cinq doigts.
	39	22	Manilius est sorti.
	45	32	quatre doigts.
	47	22	Pline est sorti.
	50	32	trois doigts.
	52	3	le Promontoire aigu est sorti.

à 4<sup>h</sup> 54' 43" deux doigts, il survient quelques nuages.  
 5 3 33 la Lune est encore éclipsée.  
 4 27 fin de l'Eclipse, douteuse à cause des nuages.

Pendant la durée de l'Immersion totale de la Lune dans l'ombre, on a vu le disque de la Lune d'une couleur rougeâtre avec diverses nuances de clarté qui se sont succédées les unes aux autres jusqu'à l'Emerfion totale, de même qu'on l'a remarqué dans de semblables Observations.

Suivant ces Observations la durée de l'Eclipse, depuis le commencement jusqu'à la fin, a été de 3<sup>h</sup> 55' 47"  
 D'où l'on trouve le milieu à ..... 3 6 33 du matin.

Comparant l'Immersion totale avec le commencement de l'Emerfion, on a la durée de l'Immersion de 1<sup>h</sup> 45' 44"  
 Ce qui donne le milieu de l'Eclipse à ..... 3 6 8

Cette détermination doit être préférable à la première, en ce que la fin de l'Eclipse n'a pas pu être observée avec précision, à cause des nuages qui sont survenus.

O B S E R V A T I O N  
DE L'ECLIPSE DU SOLEIL,

*Faite à Thury le 4 Octobre 1736.*

Par M. CASSINI.

**C**OMME cette Eclipsé devoit arriver le soir près du coucher du Soleil, j'avois fait-transporter mes instrumens dans un lieu éminent au dessus de Thury, où l'on voyoit distinctement l'horison. Le Ciel étoit couvert de nuages, au travers desquels on voyoit de temps en temps le Soleil qui commença à être éclipsé à  $5^h 0' 23''$ . Il se cacha ensuite, & je fis les Observations suivantes dans les intervalles où il parut, qui furent assés courts, ce qui m'empêcha d'en déterminer les phases avec la précision requise.

A  $5^h 14' 42''$  le Soleil est éclipsé de deux doigts par le Micrometre à réticulés placé sur la Machine Parallactique.

21 5 le Soleil étoit éclipsé de  $2' 55''$ .

28 27 trois doigts 3 6 minutes.

31 23 le Soleil se cache, & ne paroît plus.



**OBSERVATION**  
**DE L'ECLIPSE TOTALE DE LUNE,**  
*Faite à Guingamp en Bretagne, le 20 Septembre 1736.*

Par M.<sup>rs</sup> MARALDI & CASSINI DE THURY.

**A** 0<sup>h</sup> 47' 40" le Ciel s'est découvert, & la Lune étoit déjà un peu éclipfée.

55 0 l'ombre à la Mer des Humeurs.

57 16 à Ariftarque.

57 45 au milieu d'Ariftarque.

59 45 Ariftarque eft entièrement dans l'ombre qui eft au milieu de Képler.

1 4 7 l'ombre à Lansberge.

6 34 l'ombre à Copernic.

8 49 Copernic eft entièrement dans l'ombre.

12 40 l'ombre à Tycho.

14 25 Tycho eft entièrement dans l'ombre.

23 25 l'ombre à Manilius.

24 44 Manilius eft entièrement dans l'ombre.

28 15 Menelaüs eft dans l'ombre.

29 58 Plin eft dans l'ombre.

35 30 l'ombre au milieu de la Mer du Nectar.

37 0 la Mer du Nectar eft entièrement dans l'ombre.

44 13 le temps s'eft couvert.

**A** 3<sup>h</sup> 37' 45" commencement de l'Emerfion.

38 20 commencement certain.

4 19 10 Manilius hors de l'ombre.

21 20 Menelaüs eft forti de l'ombre.

26 20 Plin eft forti.

28 36 la Mer de la Tranquillité eft fortie de l'ombre.

Rr iij

318 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE  
à 4<sup>h</sup> 30' 15" la Mer du Nectar est sortie de l'ombre.  
38 5 l'ombre au bord de la Mer des Crises.  
44 28 fin certaine.

Cette Observation a été faite avec une Lunette de 4 pieds, dans un lieu qui est à 50 toises de l'Eglise vers le Midi.

## O B S E R V A T I O N

*De l'Eclipse du Soleil du 4 Octobre 1736, faite dans  
l'Abbaye de S.<sup>t</sup> Mathieu en Bretagne.*

Par M.<sup>rs</sup> MARALDI & CASSINI DE THURY.

**P**OUR faire cette Observation, on s'est servi d'un Quart-de-Cercle de deux pieds, garni d'un Micrometre, par le moyen duquel on a pris exactement la grandeur du diametre du Soleil, que l'on a trouvée de 1007 parties. On a ensuite incliné ce Quart-de-Cercle de manière qu'il suivît la direction du cours du Soleil.

A 4<sup>h</sup> 35' 34" du soir, commencement de l'Eclipse, qu'on a vû très-distinctement.

39 0 la partie claire du Soleil occupoit 964 parties.

41 33 la Tache qui est dans le Soleil est éclipsee.

44 10 la partie claire occupoit 910 parties, ce qui donne la grandeur de l'Eclipse de 1 doigt 9 minutes.

47 30 la partie claire est de 876 parties.

48 30 elle est de 850 parties.

53 0 elle est de 825, ce qui donne la grandeur de l'Eclipse de 2 doigts 10 minutes.

58 52 elle est de 770 parties.

5 3 50 la partie claire est de 750, ce qui donne la grandeur de l'Eclipse de 3<sup>d</sup> 3'. Le Soleil se cache dans les nuages.



à 5<sup>h</sup> 28' 0" la partie claire est de 675 parties.

35 24 elle est de 695, ce qui donne la grandeur  
de l'Eclipse de 3 doigts 43 minutes.

Le Soleil s'est ensuite caché jusqu'à son coucher.

## O B S E R V A T I O N DE L'ECLIPSE TOTALE DE LUNE,

*Faite à Paris le 20 Septembre 1736 au matin.*

Par M. GRANDJEAN DE FOUCHY.

**L**E Ciel qui avoit été fort couvert toute la soirée, s'étant éclairci vers les 11 heures, je me préparai à observer cette Eclipsé. J'employai pour cela une Lunette de 7 pieds, & une Pendule à demi-secondes que j'avois réglée sur la Pendule à secondes de mon Quart-de-cercle mural. La Lune s'étant donc dégagée de quelques nuages qui la couvroient à 1<sup>h</sup> 7', j'apperçus que l'Eclipsé étoit commencée, & j'observai les phases suivantes.

Temps vrai.

A	1 <sup>h</sup> 8' 29"	l'ombre à Grimaldi.
	11 38	..... à Galilée.
	20 6	..... à Képler.
	21 11	..... à Aristarque.
	24 52	..... à Heraclide.
	27 36	..... au bord de Copernic.
	28 43	..... au milieu de Copernic.
	30 14	..... sur tout Copernic.
	42 22	..... au commencement de Platon.
	43 17	..... sur tout Platon.
	44 34	..... à Manilius.
	45 19	..... au bord de <i>Mare serenitatis</i> .
	48 3	..... au milieu de Dionysius, & au bord de Menelaüs.

320	MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE		
à 1 <sup>h</sup>	54'	10"	l'ombre au bord de Fracastorius.
	55	5	..... au bord de Possidonius.
	55	38	..... sur tout Fracastorius.
2	0	9	..... au bord de <i>Mare Imbrium</i> .
	4	35	..... au bord de <i>Mare Crisium</i> .
	8	27	..... sur tout <i>Mare Crisium</i> .
	11	15	Immersion totale.

La Lune, pendant l'obscurité totale, ne subit aucun changement remarquable. Voici présentement les phases croissantes.

A	3 <sup>h</sup>	58'	44"	recouvrement de lumière.
4	1	14		l'ombre à Grimaldi.
	4	55		..... à Galilée.
	11	49		..... à Képler.
	14	41		..... à Aristarque.
	15	8		..... à Heraclide.
	15	30		..... à Copernic.
	21	56		..... sur tout Tycho.
	24	23		..... sur tout Copernic.
	26	59		..... au bord de Platon.
	29	25		..... sur tout Platon.
	34	24		..... au bord de <i>Mare serenitatis</i> .
	39	23		Manilius est sorti.
	45	10		Catharina hors de l'ombre.

La Lune entra ensuite dans des nuages qui ne me permirent plus de rien observer de la fin de l'Eclipse.



## SUR LES CHANGEMENTS

QUI ARRIVENT

AUX ARTERES COUPÉES;

*Où l'on fait voir qu'ils contribuent essentiellement  
à la cessation de l'Hémorragie.*

Par M. MORAND.

**L**es Mémoires de l'Académie, des années précédentes, 14 Novemb.  
1736.  
semblent ne rien laisser à desirer sur la manière d'expliquer comment le sang s'arrête dans les Hémorragies produites par l'amputation des membres.

On y trouve des observations importantes données par M. Petit le Chirurgien, dont il conclut que le sang s'arrête par la formation d'un Caillot au bout de l'Artere, & qu'entre les différents moyens inventés par l'Art pour aider la Nature, dans cette occasion, la compression du vaisseau est un des meilleurs. On y lit une histoire recherchée de l'Amputation, donnée par M. Petit le Médecin, avec le détail d'un grand nombre d'expériences qu'il a faites sur les Astringents, pour prouver qu'ils ont la propriété d'absorber les humidités qui sont entre les fibres des chairs & des vaisseaux.

Ces Mémoires donnent à la vérité des idées claires de la façon dont agissent ces différents moyens, mais il m'a paru qu'il étoit utile de considérer en quoi l'Artere elle-même contribué à la cessation de l'hémorragie; c'est ce que je me propose d'expliquer dans cette Dissertation.

Qu'une Artere soit ouverte en général, il faut nécessairement une cicatrice qui la ferme pour empêcher le sang d'en sortir; qu'elle soit coupée transversalement, telle qu'elle est par l'amputation d'un membre, il faut aussi une cicatrice qui ferme le bout du vaisseau, mais elle doit se faire par une mécanique différente.

*Mem. 1736.*

S f

Cette cicatrice suppose des changements arrivés à l'Artere, dans le diametre ou la forme, soit de son orifice, soit de son calibre ; c'est un principe constant, auquel je ne crois pas qu'aucun cas particulier puisse apporter exception.

Ces changements qui arrivent à l'Artere, se font par la Nature, ou sont procurés par l'Art, & l'Art n'a fait que copier la Nature dans les moyens qu'il employe pour arrêter les Hémorragies.

En effet, dans celles des vaisseaux intérieurs, le sang ne peut s'arrêter que par l'affaiblissement ou la crispation du tuyau ; l'affaiblissement au moyen duquel les parois internes du vaisseau se rapprochent du centre, est l'effet naturel du mouvement du sang ralenti par la défaillance qui suit l'hémorragie, & qu'on a soin d'entretenir à un certain point par la grande diette & le repos des parties : la crispation arrive par les mêmes loix suivant lesquelles une corde attachée aux deux bouts se raccourcit, si on la partage en deux ; & le raccourcissement est proportionnel à la tension de la corde. L'affaiblissement remédie à l'hémorragie qui suit la simple ouverture, & la crispation à celle que cause la rupture totale.

Dans les hémorragies des vaisseaux extérieurs, sur-tout celle que je considere ici principalement, & qui suivent l'amputation d'un membre, il faut nécessairement qu'il se fasse au bout de l'artere coupée un aplatissement, ou un froncement, & tous les effets des agents extérieurs mis en usage pour arrêter le sang, tendent toujours à procurer l'un ou l'autre de ces deux états. Voyons ce qui doit arriver au bout de l'Artere coupée pour les acquérir ; c'est ce qu'il sera facile de démontrer avec le secours de quelques Figures.

Une Artere *A* coupée transversalement en *B*, présente un orifice *C*, dont la circonférence est la même que celle de son calibre ; si dans le bout coupé elle est aplatie par quelques moyens, elle changera de forme, & son orifice représentera un ovale fort allongé *D*, les parois internes du vaisseau rapprochées du centre se toucheront, ou seront prêtes à se toucher, & le bout du vaisseau, comme l'a remarqué *M. Petit*.

le Chirurgien, prendra la forme d'une anche de hautbois, comme dans la Figure *E*. Cet aplatissement est toujours l'effet de la compression que font les différents points d'appui posés non sur l'orifice du vaisseau, mais sur quelqu'une de ses faces. Les moyens dont on se sert pour cela, sont connus des gens de l'Art, & M. Petit le Chirurgien y a adjoint de grandes perfections. Quels que soient ces moyens, la compression qu'ils produisent doit nécessairement disposer le vaisseau à se cicatrifer, parce qu'elle en approche les parois, qui peu-à-peu se rendent adhérentes, & ensuite s'unissent ensemble.

Examinons présentement comment se doit faire le fronce-  
ment.

J'ai dit qu'une Artere coupée transversalement présente un orifice dont le cercle est le même que celui de son calibre; si l'orifice ou le calibre sont froncés par quelques moyens, il doit arriver changement dans le diamètre, & diminution dans la capacité du vaisseau.

Ce froncement peut être de trois especes, 1.<sup>o</sup> De l'orifice seul, & alors il change l'état des derniers plans des fibres circulaires de l'Artere, dont les parties se rapprochent du centre, en se plissant les unes dans les autres; ce froncement est produit par l'action des flépiques appliqués sur le vaisseau, il change l'orifice *C 2* en *F*, & le vaisseau *AB* en *G*.

2.<sup>o</sup> Le froncement peut être du calibre du vaisseau par le raccourcissement des fibres longitudinales qui se crispent, & se retirent d'elles-mêmes; alors le plan des fibres longitudinales retirées, devenu plus épais, occupe plus de place dans la capacité du vaisseau, le bout est raccourci, & la capacité est moins grande. Cette rétraction change l'orifice *C 3* en *H*, & le vaisseau *AB* en *I*; elle suffit seule pour arrêter les hémorragies des petits vaisseaux, & elle concourt à arrêter celles des plus gros.

3.<sup>o</sup> Le froncement peut être de tout le calibre du vaisseau au dessus de l'orifice, si toutes les tuniques de l'Artere sont comprimées & rapprochées vers l'axe du vaisseau par un

corps qui l'environne exactement, comme cela arrive par l'effet de la ligature; alors l'orifice  $C4$  est changé dans l'endroit de la ligature en  $K$ , & l'Artere  $AB$  en  $L$ .

Ces principes une fois posés, il ne sera pas difficile de déterminer les degrés de l'applatissèment & du froncement de l'Artere, relativement à l'action des agents extérieurs, & l'on voit que ces moyens seront plus sûrs & plus efficaces, à proportion qu'ils diminueront davantage le calibre ou le diametre du vaisseau.

Donc les changements qui arrivent à l'Artere coupée par un effet purement naturel, si le vaisseau est intérieur, & par les secours de l'art, s'il est à portée des agents extérieurs, contribuent essentiellement à la cessation de l'hémorragie, ce que j'avois à démontrer.

Je ne prétends point exclure le Caillot de la part qu'il doit y avoir; mais si on veut admettre cette hypothèse, que le Caillot seul arrête le sang, on verra qu'elle présente de grandes difficultés, & ces mêmes difficultés fournissent de nouvelles preuves pour le sentiment que je soutiens.

En effet, quelque forme qu'ait le caillot de sang qui doit servir de bouchon, c'est le bout de l'artere qui a été son moule. Si on suppose le tuyau conservé dans le même état où il étoit au moment de sa section, & sans avoir changé ni de forme ni de diametre, le caillot moulé dans sa capacité formera un cylindre uniforme aux deux bouts, & fera par conséquent un bouchon incapable d'arrêter le sang, parce qu'il pourra à tout instant être chassé par la colonne du sang fluide qui le suit.

Si on considère le caillot qui se trouve dans le vaisseau par la dissection de ceux qui ont souffert l'amputation, on le verra bien différent. Comme il est fait de l'assemblage des parties fibreuses du sang, & que cet assemblage suppose un repos de la portion du sang retenu vers le bout du vaisseau, coupé, le caillot est plus épais à l'extrémité du vaisseau, parce que le mouvement y est moindre, & se termine en pointe à mesure qu'il remonte vers l'origine de l'artere, parce

que le sang y est plus remué, sa pointe flotte dans le sang fluide, & sa base est terminée par une forme à peu-près ovoïde. Dans cet état il représente assés bien la moitié d'un fuseau, comme on le voit dans la Figure N. Tel est l'état du caillot qu'on trouve dans l'artere les premiers jours après l'amputation, mais le sang cessant peu-à-peu d'aborder à l'extrémité du vaisseau qui s'est cicatrisé par l'applatissement ou le froncement, en faisant route par les embouchûres des vaisseaux collatéraux, les parois de l'artere s'approchent de plus en plus de son axe, le vaisseau en se rétrécissant au dessus du bout cicatrisé devient un cone dont la pointe est à la cicatrice, & le caillot comprimé devient vers la cicatrice un peu plus pointu qu'il n'étoit; enfin la capacité de l'artere s'oblitere tout-à-fait dans une étendue plus ou moins grande, & dégénere en une espece de ligament; & comme le caillot a toujours été serré de plus en plus de la pointe du cone vers la base, il s'amincit peu-à-peu, & s'anéantit par les suites.

La réflexion fait voir que dans tous ces états le caillot prend la forme que l'artere lui a donnée, qu'il faut toujours admettre le concours du vaisseau avec le caillot pour arrêter l'hémorragie, & que si le caillot peut pendant quelque temps suspendre le retour de l'hémorragie, c'est l'artere même cicatrisée qui doit l'empêcher pour toujours.

Pour prouver que le caillot seul peut le faire, on pourra citer les deux observations de M. Petit le Chirurgien, l'une sur une Artere qui se trouve souvent dans le Tibia, assés grosse dans quelques Sujets, & qui étant logée dans un canal osseux, est à l'abri des agents extérieurs qui peuvent changer son état; l'autre sur une Artere ossifiée qui ne pouvoit être serrée par la ligature. Mais ces deux observations, qui d'ailleurs font voir le génie de leur auteur par rapport aux moyens d'arrêter le sang en pareil cas, ne sont pas contraires aux principes que j'ai expliqués.

En effet, dans l'un & dans l'autre, l'artere doit changer d'état par le froncement du second genre, c'est-à-dire, par le raccourcissement de ses fibres longitudinales, qui peut seul

arrêter le sang dans les petites arteres. Dans le premier, le canal osseux n'empêche point ce raccourcissement, & l'artere qu'il renferme n'est pas, ordinairement considérable. Dans celui de l'artere ossifiée, il est bon de remarquer que jamais, du moins suivant ce que j'ai observé, les deux plans de la tunique charnuë des arteres ne s'ossifient ensemble, j'ai toujours vû que c'étoit les fibres annulaires, & que la tunique la plus intime gardoit sa consistance naturelle. Je conviens donc que ce dernier cas est un de ceux où la compression doit avoir lieu, & où elle peut seule s'opposer à la sortie du sang, puisqu'on ne peut point froncer l'extrémité du vaisseau, mais le changement du diametre intérieur contribuera à faire réussir les moyens extérieurs, & les fibres longitudinales, en se raccourcissant, & se pelotonant sur elles-mêmes, formeront dans un cylindre fait par les anneaux cartilagineux ou osseux, un cone plus court que le cylindre, avec fronnement dans l'endroit où il est tronqué. La structure de l'artere donnera donc dans le premier cas la Figure G, & dans le second la Figure O.

Enfin, s'il y a des observations qui prouvent que dans certains cas le caillot seul peut arrêter l'hémorragie, il y en a qui prouvent que l'applatissment seul de l'artere peut intercepter le cours du sang, & je ne crois pas qu'on puisse se refuser aux conséquences qui résultent de l'observation suivante, & par laquelle je finirai ce Mémoire.

Au mois de Décembre 1733, un Homme de la campagne reçut une contusion violente à la partie interne & moyenne du bras gauche, le long du trajet des vaisseaux; les veines extérieures furent déchirées, & causerent une hémorragie qu'un Chirurgien arrêta par les moyens connus. L'hémorragie étant revenue malgré un bandage assés serré, le Chirurgien mit un tourniquet au dessus de la playe, & croyant que l'hémorragie étoit produite par l'artere, il m'appella pour couper le bras au blessé qui, selon lui, n'avoit plus d'autre ressource. Il y avoit deux jours de la blessure, lorsque je visitai le bras, je trouvai un escarre qui me parut n'intéresser



que la peau, l'avant-bras & la main dans une chaleur naturelle, celle-ci médiocrement enflée, mais point de pouls. Je crus que le tourniquet l'interceptoit, & qu'il falloit le lâcher pour avoir la facilité de juger de l'espece de l'hémorragie & du vaisseau qui la fournissoit.

Le tourniquet entièrement lâché, la playe ne donna point de sang, je sentoits très-distinctement le battement de l'artere au dessus de l'endroit contus, & même jusqu'à l'escarre, mais je ne le trouvois plus au dessous de l'escarre, ni à l'artere du carpe.

Dans une situation aussi périlleuse, je fus tout prêt à décider l'amputation du bras, mais comme il y avoit de la chaleur malgré l'absence du pouls, je fus d'avis de la différer jusqu'à des accidents marqués, & de faire ce qui étoit raisonnable pour se rendre maître du sang, en cas que l'hémorragie revînt.

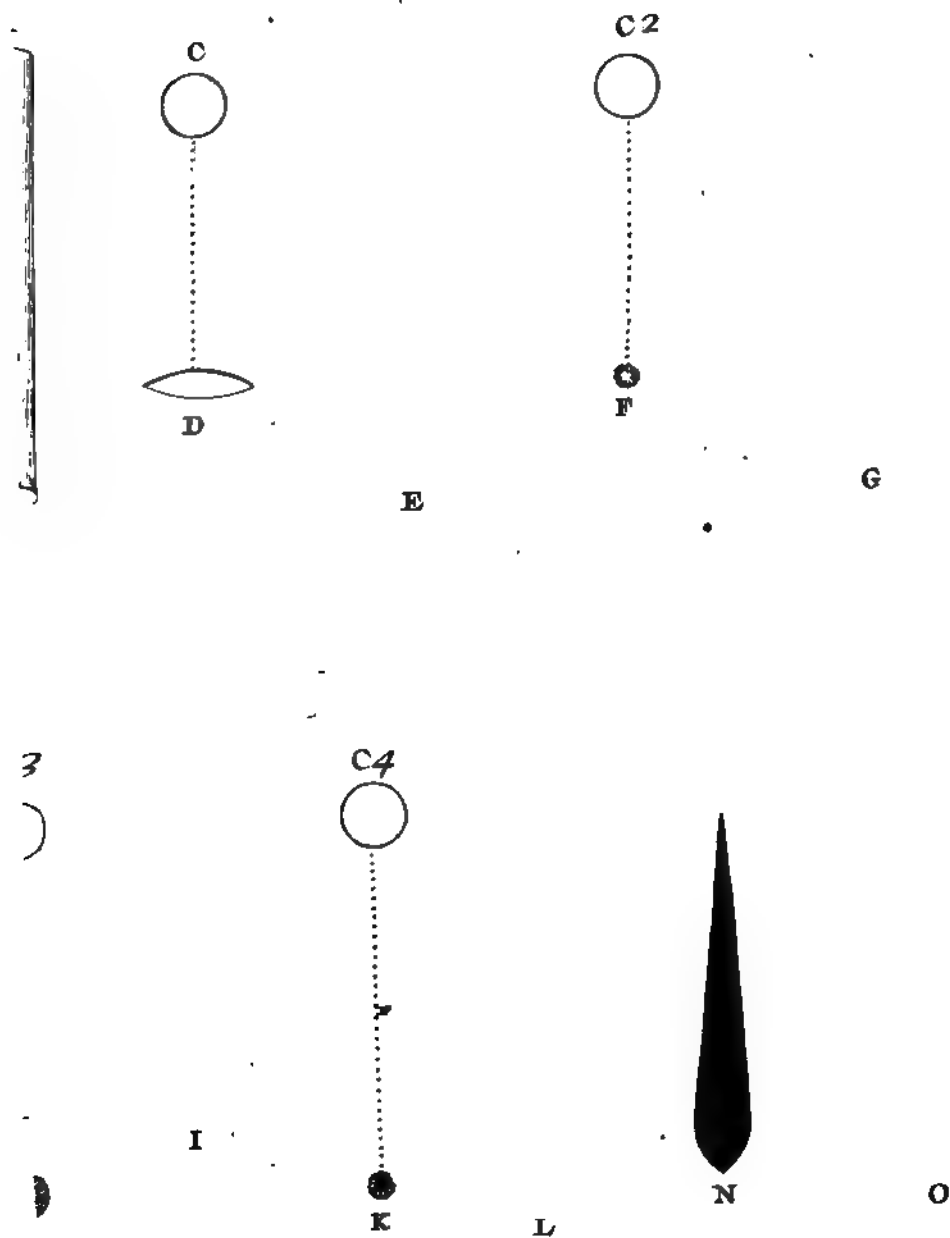
On saigna le Malade plusieurs fois de l'autre bras, on appliqua sur la partie contusée les topiques convenables, on tint le membre dans une situation favorable au cours du sang, au moyen de quoi l'échymose & le gonflement extérieur se dissipèrent, la suppuration de l'escarre cutané commença le onze de la blessure, & tout promettoit guérison, mais le pouls ne revenoit point : le bras resta engourdi pendant plusieurs jours, puis le malade y ressentit de grands picottements, ensuite il s'est amaigri ; le pouls qui ne fut point sensible pendant six semaines, ne se développa que peu-à-peu, & actuellement même il est beaucoup plus petit que celui de l'autre, mais, à cela près, le blessé est parfaitement guéri, sans être incommodé de son bras.

Ce cas singulier me paroît présenter des inductions bien importantes.

Il est vraisemblable que la cessation subite du pouls n'a pû arriver que par un changement à l'endroit de l'artere qui a été contus ; & quel peut avoir été ce changement, sinon un aplatissement total du vaisseau, au moyen de quoi les parois intérieures se sont rendues adhérentes ? mais ce qui est

remarquable, c'est que l'union de ces parois vers l'axe du vaisseau se soit faite sur le champ. Si le membre a continué de vivre, c'est que la division de l'artere étoit avantageuse, & la circulation s'est rétablie peu-à-peu par les branches collatérales, comme il arrive dans certains cas où l'artere a été liée ou coupée. Or si cela est arrivé à la continuité d'une artere, tout-à-coup, & dans un sujet âgé dont les fibres n'étoient pas bien souples, certainement cela doit arriver plus aisément au bout d'une artere coupée, que l'on a froncé ou applati, & dont le recollement des parois se fait peu-à-peu.

Les changements qui arrivent aux Arteres, contribuent donc à la cessation de l'hémorragie conjointement avec le Caillot, généralement dans tous les cas ; & s'il est possible que l'Artere seule ou le Caillot seul le fassent, les cas qu'on apportera en preuve seront toujours fort rares.





*SUR LA PERPENDICULAIRE  
A LA MÉRIDIENNE DE L'OBSERVATOIRE*

*A la distance de 60000 toises vers le Nord.*

Par M. CASSINI DE THURY.

DANS le Voyage qui fut entrepris par ordre du Roy en 1733, l'on avoit prolongé la Perpendiculaire à la Méridienne de l'Observatoire jusqu'aux Côtes de la Normandie, où elle se termine près de Grandville, & l'on avoit déterminé la situation des principaux objets qui sont aux environs, de même que celle des Villes des différentes Provinces qui se trouvoient à peu-près dans cette direction. En 1734 on prolongea cette même Perpendiculaire jusqu'à Strasbourg, & l'année dernière nous en décrivîmes une autre à la distance de 60000 toises de celle de l'Observatoire vers le Midi, que nous prolongeâmes depuis Orléans jusqu'à Brest, où se termina ce travail, ce qui nous donna lieu de déterminer le cours de la Loire jusqu'à son embouchure dans la Mer, de même que la position des Côtes méridionales de la Bretagne; de sorte que du résultat des opérations des deux dernières années, l'on eut la distance de Brest à Strasbourg, ou, ce qui revient au même, l'arc terrestre compris entre ces deux Villes, qui comparé à l'Arc céleste correspondant, déterminé autrefois par des Observations astronomiques, donna la grandeur du degré sur ce parallèle. L'on examina même si cette grandeur répondoit à celle qui devoit résulter des observations de la Méridienne, en supposant que la Terre fût ronde, & l'on y trouva quelques différences qui ont donné lieu à plusieurs recherches & entreprises importantes, que l'Académie Royale des Sciences jugea devoir faire dans des Pays où les différences fussent assez grandes pour qu'on ne pût pas les attribuer aux erreurs inévitables dans les

*Mem. 1736.*

T t

Observations, tant astronomiques que géométriques, que l'on y avoit employées.

A l'égard des Observations astronomiques dont on se sert pour déterminer les distances en longitude sur un même parallèle, celles qu'on y a jugées les plus convenables, sont les Eclipses des Satellites de Jupiter, dont la précision dépend de celle avec laquelle divers Astronomes peuvent les observer. Une seconde de différence dans l'heure de l'observation, en cause une de 160 toises sur le parallèle de Paris, & l'on sçait que l'on est bien éloigné de pouvoir faire ces sortes d'observations avec une si grande exactitude.

Mais s'il y a lieu de supposer quelque erreur dans les Observations astronomiques, l'on peut aussi avec raison en reconnoître quelqu'une dans les opérations géométriques; car quoiqu'il n'y ait rien de plus certain que les Méthodes que l'on y employe par rapport à la théorie, elles ne laissent pas aussi d'être susceptibles d'erreur dans la pratique, à moins qu'on n'y apporte une très-grande précaution, souvent très-difficile, & quelquefois même impossible par les obstacles qu'on y rencontre; l'on est obligé d'avoir la distance de deux lieux éloignés l'un de l'autre par une longue suite d'opérations, l'on employe des instruments de différentes grandeurs, à cause de la difficulté qu'il y a de pouvoir placer les plus grands dans les lieux où il est nécessaire d'observer, l'on trouve des objets qui ne se distinguent pas toujours avec la même évidence, quelquefois même d'une figure peu régulière, & qui se présentent de divers endroits sous des aspects différens, quoiqu'il soit nécessaire de se diriger toujours au même point; de sorte que quelque soin & quelque attention que l'on ait, il se glisse toujours quelques erreurs qui échappent même à l'Observateur le plus attentif, & qui l'obligent de reconnoître qu'il ne pourra jamais arriver à cette précision si désirée, & qui, lorsqu'elle se rencontre, ne peut être dûë qu'au hazard. L'on ne devoit donc nullement être surpris de trouver des erreurs après une longue suite d'opérations, & ces précisions surprenantes auxquelles l'on est

souvent arrivé, bien-loin de convaincre de la dernière précision de l'ouvrage, doivent être seulement regardées comme un indice & un préjugé que les erreurs se sont compensées, & que l'on n'est gueres éloigné du vrai. Ce sont ces motifs qui nous ont fait connoître la nécessité de vérifier en premier lieu les opérations de 1733, où l'on avoit été obligé de faire plusieurs détours, & par conséquent un plus grand nombre d'observations que si l'on eût été en ligne droite; en second lieu, l'ouvrage de l'année dernière, où l'on s'étoit aussi écarté de la première direction pour suivre le cours de la Loire, & décrire la Côte méridionale de la Bretagne jusqu'à Brest, où l'on étoit venu par une longue suite de Triangles, sans avoir pû trouver de base à mesurer d'une grandeur suffisante pour vérifier nos opérations.

Pour executer ce projet, nous jugeâmes que de même qu'on avoit commencé l'année précédente à décrire une Perpendiculaire à la Méridienne de Paris du côté du Midi, à la distance de 60000 toises, on devoit en décrire une autre du côté du Nord, à pareille distance, que l'on prolongeroit jusqu'à la Mer, d'où l'on continueroit les opérations sur les Côtes de Normandie & de la partie septentrionale de la Bretagne, pour nous réunir d'abord aux Triangles formés en 1733 jusqu'à Grandville, & rejoindre ensuite ceux que nous avions faits en 1735 jusqu'à Brest par une route bien différente.

Outre les avantages que l'on devoit retirer de ce travail par la description des Côtes septentrionales de la France, dont les points principaux ne sont connus qu'imparfaitement, comme nous avons eu occasion de le vérifier; nous avons encore en vûe un objet très-important pour l'exécution des projets que l'on a entrepris en France depuis 1733, qui étoit de sçavoir à quel degré de précision on peut porter les opérations géométriques pour déterminer sur Terre les distances entre des lieux fort éloignés les uns des autres. Ainsi l'on sent la nécessité du Voyage que nous projettons de faire, & en même temps la grande précision qu'il falloit y apporter. Une

suite de Triangles dont les angles ne fussent pas trop aigus ; aucun angle conclu, ou au moins déduit de méthodes aussi certaines que s'il eût été observé ; des bases mesurées d'intervalle en intervalle pour se redresser, & pour donner la préférence sur les Triangles de vérification ; des instruments très-exacts & très-solides, pour que le transport n'y pût causer aucune altération sensible ; quelques nouvelles additions pour que l'usage en fût plus facile ; en un mot, mille précautions pour un ouvrage aussi épineux : ce sont-là les vûes que l'on s'est proposées dans le Voyage de cette année, que j'ai exécuté avec M. Maraldi, & dont je vais avoir l'honneur de rendre compte au Public.

Comme nous nous étions aperçus les années précédentes que les instruments étoient fort sujets à se déranger par le transport, nous en fîmes construire un nouveau très-solide, de deux pieds, parce que nous avions remarqué que de cette grandeur, moyenne entre nos plus petits & nos plus grands instruments, l'on pourroit en faire usage dans presque tous les endroits où il est nécessaire d'observer ; l'on y joignit un Micrometre pour prendre les angles avec plus de précision, & pour mesurer les diametres des Clochers & des objets qui paroissent sous un trop grand angle. On eut aussi soin de le vérifier sur la Terrasse de l'Observatoire, en le comparant avec les observations qui y ont été faites depuis plusieurs années avec une très-grande précision. L'on avoit aussi remarqué qu'en observant des angles entre divers objets, leur somme ou leur différence ne se trouvoit pas toujours égale à celle de l'angle pris immédiatement, à cause de la différente hauteur de ces objets qui n'étoient point sur le même plan. Nous fîmes donc construire un instrument destiné uniquement à prendre ces hauteurs, & dont nous avons donné, avant notre départ, la description à l'Académie, avec la Méthode dont on doit se servir pour réduire les angles observés dans des plans différents à leur juste valeur. Le premier essai que nous en fîmes, fut au Pilier que l'on avoit placé autrefois sur Montmartre dans l'endroit précis où passe



la Méridienne de l'Observatoire prolongée vers le Nord, à la place duquel l'on vient de construire une Pyramide, pour conserver à la postérité la mémoire de tant de grands ouvrages qu'on a entrepris par ordre du Roy, & qui partent, pour ainsi dire, de ce point. L'angle observé entre cette Pyramide & le Clocher de Montmartre est de  $4^{\circ} 14' 45''$ , au lieu que réduit au même plan, il doit être plus petit de  $1' 25''$  qu'on ne l'a observé, ce qui auroit causé une pareille erreur dans la direction de la Méridienne & de la Perpendiculaire, si l'on n'y avoit pas eu égard. L'on peut juger, par ce premier essai, de l'importance qu'il étoit d'observer les différentes hauteurs des objets que l'on employe, & combien on s'écarteroit de sa première direction si on venoit à les négliger.

Nous partîmes de Paris le 5<sup>me</sup> de Mai, & nous allâmes à Sourdon, cinq lieues en de-çà d'Amiens, qui est un des termes des opérations de la Mesure de la Terre, & en même temps le lieu d'où l'on a continué la Méridienne vers le Nord jusqu'à Dunkerque. Comme dans les Triangles qui s'y terminoient, il y avoit quelques angles de conclus, ce que nous voulions absolument éviter, & qu'il avoit été impossible d'observer; nous y substituâmes d'autres Triangles plus grands dont l'on observa tous les angles, & qui nous menerent immédiatement à Vignacourt. Nous continuâmes de-là nos opérations le long de la Rivière de Somme jusqu'à S.<sup>t</sup> Vallery près de son embouchûre, en nous écartant un peu de notre direction vers le Nord, ce qui nous donna le moyen de déterminer quelques objets sur la Côte de Picardie, qui serviront dans la suite pour la description des Côtes de cette Province jusqu'à Dunkerque. Nous suivîmes ensuite les bords de la Mer jusqu'à Dieppe, en déterminant les directions des Caps & des autres objets qui pouvoient nous donner la position des Côtes. De Dieppe nous allâmes vers le Havre dans le Pays de Caux, où nous nous trouvâmes environnés d'Arbres plus élevés que la plupart des Clochers dont ils nous déroboient la vûe. Après avoir donc tenté divers moyens pour

pénétrer dans le pays, nous prîmes le parti de faire construire des échafauts sur ces Arbres mêmes, pour pouvoir observer à leur sommet. Cette entreprise paroissoit fort difficile. Les arbres où il étoit nécessaire d'observer étoient des Sapins dont la hauteur excédoit 100 pieds, qui se terminoient en pointe, & où il n'y avoit point de solidité suffisante pour soutenir l'instrument & l'Observateur; mais toutes ces difficultés ne nous rebuterent point, & nous fûmes assés heureux pour trouver des ouvriers assés hardis pour oser l'entreprendre, & assés habiles pour pouvoir l'exécuter. Le premier que nous fîmes construire fut à Eberville, où il y avoit un Sapin très-élevé, que l'on avoit vû de divers endroits. On s'appuya d'abord contre un autre arbre qui étoit proche, mais moins élevé; mais comme on ne le trouva pas encore à une hauteur suffisante pour dominer par dessus tous les autres arbres qui étoient aux environs, il fallut abandonner ce premier dessein, & se réduire à faire l'échafaut sur l'arbre le plus élevé, ce que l'on exécuta, en plaçant à son sommet deux pièces de bois de 30 pieds de longueur, que l'on réunit à l'arbre par des chevilles & des cordages, en sorte qu'ils ne fissent tous ensemble qu'un même corps assés solide pour soutenir un échafaut formé par six Equerres de charpente, sur lesquelles on avoit posé des planches avec un parapet, pour pouvoir y placer l'instrument, & observer avec sûreté. C'est ce qu'il nous réussit de faire par un temps calme qu'il fallut attendre exprès, car la hauteur de cet échafaut étant de 102 pieds au dessus du terrain, on peut juger que la moindre agitation de l'air en devoit causer une au sommet de l'échafaut, nuisible à l'exactitude des observations. Ce temps calme fut précédé par un des vents des plus impétueux que l'on ait ressenti cette année, qui arriva le 16 Mai, ce qui nous rassûra sur la solidité de cet échafaut, qui n'en reçut aucune altération. Il est aisé de concevoir que ces sortes d'échafauts seroient plus aisés à construire, & plus à l'abri au milieu des Forêts, qui sont les plus grands obstacles pour la continuation de ces sortes d'ouvrages, & qu'ainsi il n'y a

guères de difficultés qu'on ne puisse surmonter par ce moyen. Nous en fîmes construire un pareil, & à peu-près de la même hauteur, sur un autre Sapin à Villainville, & par ce moyen nous arrivâmes au Havre de Grace, dont nous déterminâmes la situation, de même que d'Harfleur & d'Honfleur qui sont de part & d'autre de l'embouchure de la Seine. Ce fut aux environs de cette dernière Ville qu'après avoir cherché le long des Côtes un terrain propre pour mesurer une base, nous en trouvâmes un sur le rivage de la Seine, du côté du Midi, où nous mesurâmes un espace de 3597 toises 3 pieds de la manière qu'on l'a pratiqué en d'autres occasions, ce que nous crûmes devoir répéter une seconde fois, parce que, quoique le terrain fût fort uni, les sables mouvants nous avoient laissé quelque incertitude sur la première mesure; cette base s'est trouvée conforme à celle qui résultoit d'une des suites de nos Triangles auxquels nous avons donné la préférence, parce que tous les angles en avoient été observés.

Au sortir du Havre, nous trouvâmes encore des Forêts, ce qui nous obligea de placer des signaux sur les Caps qui avancent dans la Mer, & forment une espece de Golfe depuis l'embouchure de la Mer jusqu'aux environs de Caën; mais comme on avoit de la peine à les distinguer, parce qu'ils se confondoient avec d'autres arbres qui étoient derrière & aux environs, nous prîmes le parti d'y faire des feux pour pouvoir les observer pendant la nuit, de même que M. Picard l'avoit fait autrefois dans la Mesure de la Terre, & que nous l'avions pratiqué avec succès en 1734 dans la description de la Perpendiculaire à la Méridienne de Paris du côté de l'Orient, aux environs de Straßbourg. Mais quoique les feux que nous avions faits à la place de ces divers signaux, fussent à des distances beaucoup moins considérables, il fut impossible d'appercevoir pendant les premières nuits ceux qui étoient les plus éloignés du Clocher de Benî près de Caën, d'où il étoit nécessaire de les observer, & où on avoit fait dresser un échafaut au dehors du Clocher pour

les voir plus commodément ; ce que nous attribuâmes aux brouillards qui s'élevent ordinairement sur la Mer quelque temps après le coucher du Soleil. On avoit même peine à distinguer ceux qui étoient les plus proches , à cause de l'agitation de l'air qui empêchoit d'éclairer pendant la nuit les fils de la Lunette ; nous essayâmes donc de faire des feux immédiatement après le coucher du Soleil , avant l'entrée de la nuit, ce qui nous réussit parfaitement ; & pour une plus grande précision, on en fit faire même dans les objets que l'on voyoit de jour , afin d'y pouvoir pointer pendant la nuit, & avoir en même temps les angles entre les différents objets nécessaires pour la continuation des Triangles.

Nous continuâmes ensuite nos opérations le long des Côtes de la Normandie, & nous nous réunîmes à Grandville, où se terminoit la Perpendiculaire à la Méridienne de Paris décrite en 1733, & dont nous trouvâmes la distance à Paris peu différente de celle que l'on avoit déterminée alors. On avoit mesuré près de cette Ville une base de 3732 toises, que nous eûmes la satisfaction de trouver assés conforme à celle qui résultoit de nos Triangles. Nous avions auparavant rejoint les Triangles de 1733 aux environs de Caën, & nous avions trouvé une différence de 11 toises sur un des côtés de 11537 toises, commun aux deux suites de Triangles que l'on y avoit employés, ce qui fait voir que quoique l'on se soit rencontré de part & d'autre avec assés de précision sur les dernières mesures, tant en 1733 que cette année, il y a eu quelques erreurs qui se sont compensées sans nuire à la précision de l'ouvrage total.

De Grandville nous suivîmes les Côtes jusqu'à S.<sup>t</sup> Malo, dont nous vérifiâmes la position par une autre suite de Triangles ; nous essayâmes même d'y faire quelques observations des Satellites de Jupiter, pour vérifier celle qui avoit été faite autrefois par M. Picard, que nous avons comparée à nos mesures ; nous trouvâmes même un endroit très-commode chés M. l'Abbé de Maupertuis, qui nous procura tous les secours dont nous pouvions avoir besoin ; mais il ne nous réussit

réussit que de faire l'observation du second Satellite de Jupiter, qui arriva le 29 Août à  $9^h 20' 27''$  à S.<sup>t</sup> Malo, & dont mon Pere n'a pas pû faire la correspondante à Paris, étant alors à Compiègne, où il avoit été appelé par ordre du Roy, pour assister aux Observations astronomiques auxquelles S. M. s'occupoit dans ses moments de loisir. Un mât planté au milieu de la Terrasse du Château pour y élever des Lunettes de différentes grandeurs ; une base mesurée sur le terrain ; des observations faites pendant plusieurs nuits consécutives, dans un temps que le Ciel offroit tous les jours de nouveaux spectacles, & que plusieurs de ses Académiciens étoient occupés à les considérer dans les différentes régions de la Terre où S. M. les a envoyés, font bien voir le goût qu'Elle a pour les Sciences. Rien de plus digne de la curiosité d'un Roy, rien de plus capable d'exciter le zele que ses Sujets font paroître pour le progrès des Sciences, dès qu'ils sçauront que le Roy même a bien voulu prendre part à leurs découvertes, & en être, pour ainsi dire, le Juge & le Témoin.

De S.<sup>t</sup> Malo nous allâmes à S.<sup>t</sup> Brieu, & de-là à Guingamp, où nous nous trouvâmes au temps de l'Eclipse totale de Lune du 20 Septembre, que nous observâmes par un temps assés serein, ce qui est rare dans ce pays où les pluies sont fréquentes. Nous déterminâmes en même temps la position de cette Ville, ce qui étoit nécessaire pour faire usage de cette observation, & pouvoir la comparer à celles qui ont été faites tant à Paris que dans les autres endroits de la Terre.

Nous continuâmes ensuite nos opérations par le moyen des objets que l'on appercevoit au bord de la Mer, & des signaux que nous plaçâmes en différents endroits sur des Montagnes au dedans des terres, que l'on decouvroit de fort loin ; ce qui nous donna la position des principales Villes & des autres objets situés sur la Côte de Bretagne, de même que de l'intérieur de cette Province jusqu'à Brest, où nous nous réunîmes aux Triangles de l'année dernière, n'ayant trouvé qu'une différence d'une toise sur une base de 13000 toises.

*Mem. 1736.*

V u

338 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE  
à laquelle l'on étoit venu de part & d'autre par une suite de plus de 50 Triangles.

A l'égard de la distance de Brest à la Méridienne de Paris, nous la trouvâmes plus petite d'environ 80 toises qu'on ne l'avoit déterminée l'année précédente ; ce que nous avons cru devoir remarquer, pour faire voir que si nous avons été assez heureux pour nous réunir souvent aux mêmes objets par des routes différentes, avec beaucoup de précision, il y a des occasions où l'on ne s'est pas rencontré avec la même exactitude ; quoiqu'une différence de 80 toises sur une distance de 260000, qui n'en est pas la 3000<sup>me</sup> partie, puisse être regardée comme très-petite par rapport à toute cette étendue, & à la multitude d'opérations qu'on a été obligé d'employer pour la déterminer. On se seroit accordé avec plus de précision à la distance de Paris à Brest déterminée l'année dernière, si on l'avoit concluë immédiatement de la suite des Triangles observés depuis Amiens, sans avoir égard aux bases mesurées à Honfleur & à Grandville ; mais nous avons cru devoir donner à des mesures actuelles la préférence sur des opérations Trigonométriques. Suivant notre dernière mesure, la distance de Brest à la Méridienne de Paris est de 259237 toises, on l'avoit trouvée de 259317 ; ainsi en prenant un milieu, on peut l'établir de 259280 toises.

Quoique nous n'eussions point trouvé de différence sensible sur le résultat de la base commune aux deux suites de Triangles, où l'on étoit venu par des routes si différentes, il auroit pû arriver que les erreurs se fussent trouvées du même côté, en les rendant ou trop grandes ou trop petites ; ainsi il étoit nécessaire de les vérifier par une nouvelle base qui devoit être la 3<sup>me</sup> depuis Paris jusqu'à Brest ; ce qu'il nous réussit de faire aux environs de S.<sup>t</sup> Pol de Leon, dans la grève de Goulven, dont le terrain est fort uni, & a une étendue suffisante. Nous fîmes pour cet effet construire huit mesures de trois toises chacune ; on en porta quatre à chacune des extrémités de cette base, qui étoit terminée d'un côté par le Clocher de Goulven, & de l'autre par un signal

qu'on y avoit fait élever; on se partagea en deux bandes, & on commença à mesurer en même temps en sens contraires chacun de son côté jusqu'à l'extrémité opposée, pour avoir deux fois la mesure de cette base, qui se trouva la même, avec une différence de 6 pouces, qui doit être regardée comme insensible. On eut aussi grand soin de vérifier, avant & après l'opération, les mesures dont on s'étoit servi, car on avoit remarqué dans celle d'Honfleur que la sécheresse & l'humidité causoient quelques altérations considérables dans leurs longueurs, pour quel effet on avoit laissé ces mesures quelque temps dans l'eau, afin qu'elles eussent une même consistance. Cette base a été déterminée de 4124 toises 2 pieds, qui est une des plus grandes qui ait été mesurée jusqu'à présent, & elle s'est trouvée conforme, à quelques pieds près, à celle qui résultoit de nos Triangles. Elle est de même que celle de Grandville, placée sur la Perpendiculaire à la Méridienne de Paris qui la traverse à la distance de 250000 toises.

Comme il étoit aussi important de s'assurer si après la suite de nos opérations, nous ne nous étions pas écartés considérablement de la direction de la Méridienne, nous allâmes les terminer à l'Abbaye de S.<sup>t</sup> Mathieu, qui est à l'extrémité la plus occidentale de la Bretagne, éloignée de la Méridienne de Paris de 270000 toises, & de 17000 toises de la Perpendiculaire vers le Midi. Ce fut dans cette Abbaye que nous observâmes le Soleil à son coucher pour avoir son Amplitude, que nous trouvâmes de la même quantité qu'elle résul-  
toit de nos Triangles. Nous avions déjà trouvé que la direction des côtés de ces Triangles à l'égard de la Méridienne, étoit la même que celle que l'on avoit déduite des opérations de l'année dernière, mais il falloit aussi vérifier s'il n'y avoit pas eu quelque erreur qui l'eût détourné du même sens, ce que l'on ne pouvoit reconnoître que par les Observations astronomiques faites exprès pour déterminer cette direction. Nous y observâmes aussi l'Eclipse du Soleil du 4 d'Octobre, que nous vîmes depuis son commencement jusqu'à son

coucher, & dont nous nous réservons le détail pour nos assemblées particulières, de même que des autres Observations astronomiques que nous avons faites pendant le cours de notre Voyage.

Pour revenir à nos opérations, nous avons trouvé l'année dernière, en les comparant avec les observations faites par M. Picard, pour déterminer la Longitude de Brest, que le degré de longitude sur ce parallèle étoit plus petit d'environ 300 toises que dans l'hypothèse sphérique. Nos dernières mesures le font de 310 toises, ce qui n'augmente cette différence que de la 3<sup>o</sup><sup>me</sup> partie, ce qui est insensible. Mais nous n'insisterons pas sur cette recherche, d'autant plus que c'est une question dont nous attendons incessamment la décision qui doit résulter des observations des Astronomes de cette Académie, qui se sont partagés, les uns sous l'Equateur, & les autres au de-là du Cercle Polaire, pour pouvoir en déduire avec plus d'évidence la Figure de la Terre.

Pour ce qui regarde la Géographie particulière de la France, nous avons remarqué l'année dernière, que les Cartes des Côtes méridionales de la Bretagne, insérées dans le Neptune François, étoient plus exactes que celles de l'intérieur du Royaume, parce qu'on ne s'est pas appliqué avec le même soin à déterminer les Cartes particulières des Provinces que celles des Côtes de la Mer, dont la connoissance est plus importante pour la Navigation & le Commerce. Nous n'avons pas trouvé la même précision dans la description des Côtes septentrionales de la Bretagne. La distance, par exemple, de S.<sup>t</sup> Brieu à la Tour de Frehel, où il y a un Fanal pour guider les Vaisseaux pendant la nuit, résulte de nos observations de 14500 toises, au lieu qu'elle est marquée dans le Neptune François de 19500 toises avec une différence de plus de deux lieues sur une distance de sept à huit, de sorte qu'un Vaisseau qui seroit à la hauteur de ce Cap, & qui seroit voile vers S.<sup>t</sup> Brieu, courroit risque de se perdre, s'il n'avoit point d'autre moyen de se reconnoître.

Nous n'entrerons point dans le détail des autres différences



que nous avons trouvées dans la position de divers points importants pour la Géographie & la Navigation, il nous suffira de faire remarquer que, sans y comprendre les opérations de la Méridienne qui traversent la France depuis Dunkerque jusqu'aux Pyrénées, de même que de la Perpendiculaire depuis Grandville jusqu'à Strasbourg, nous avons présentement la description exacte des principaux points de la Côte de la Normandie & de la Bretagne, qui joints au cours de la Loire depuis Orléans jusqu'à l'embouchure de cette Rivière dans la Mer, comprennent une partie considérable de la France, ce qui contribué beaucoup à l'exécution de ce grand projet formé sous ce Ministère, de déterminer géométriquement, c'est-à-dire, d'une manière exacte & invariable, toute l'étendue de la France.

O B S E R V A T I O N  
DU PASSAGE DE MERCURE  
SUR LE DISQUE DU SOLEIL,

*Faite à l'Observatoire Royal le 11.<sup>me</sup> jour de Novembre  
de cette année 1736.*

Par M. MARALDI.

14 Novemb.  
1736.

**L**E temps qui a été favorable pour les Observations Astronomiques pendant tout l'Été & une grande partie de l'Automne, a continué de l'être le 11 de ce mois pour l'observation du Passage de Mercure sur le Disque du Soleil.

Il étoit très-important de faire cette observation pour la perfection de la Théorie du mouvement de Mercure, car nous avons très-peu de ces observations, & ce n'est que depuis environ cent ans, c'est-à-dire, après l'invention des Lunettes, que Gassendi en a fait la première observation. Cet Astronome, averti par une dissertation de Képler, vit le premier en 1631 Mercure dans le Soleil, qu'il prit d'abord pour une Tache, car il s'attendoit de le voir beaucoup plus grand. D'autres Astronomes plus anciens, avoient pris au contraire les Taches du Soleil pour Mercure; Képler lui-même y a été trompé, & tout le monde comme lui seroit tombé dans la même méprise, car ayant calculé qu'en 1607, le 8 de Mai, Mercure devoit passer sur le Soleil, il vit dans son image, formée par les rayons qui passaient par un trou dans un lieu obscur, une Tache ronde, qu'il ne douta nullement qu'elle ne fût Mercure. Il la fit voir aux Sçavants qu'il pût rencontrer, & prétendit, par cette observation, confirmer celle qu'on fit du temps de Charlemagne, & ce n'a été que deux ans après qu'on découvrit par les Lunettes les Taches du Soleil, & qu'il a été convaincu que l'apparence qu'il avoit observée, & celle du temps de Charlemagne, étoient une

Tache semblable à celles qu'on avoit découvertes sur le Soleil.

En effet les regles du mouvement de Mercure étoient peu connuës des Astronomes avant les observations de cette Planete sur le disque du Soleil. Elles étoient beaucoup plus difficiles à trouver que celles des autres Planetes, tant à cause de la rareté des observations, que parce que l'on ne le voyoit que vers ses plus grandes digressions, où on ne peut pas aisément déterminer son mouvement, parce qu'il est compliqué de la seconde inégalité.

C'est dans les conjonctions & oppositions des Planetes avec le Soleil, que leur mouvement apparent est plus régulier; les Astronomes ont toujours été très-attentifs à observer les oppositions des Planetes supérieures, mais les rayons du Soleil empêchent ordinairement d'observer les conjonctions, & il n'y a que Venus, dont la grandeur & la lumière, qui est plus éclatante que celle des autres Planetes, donnent la commodité de la voir très-proche du Soleil; on voit même quelquefois ces deux Astres au Méridien en même temps.

Pour ce qui est de Mercure, on ne sçauroit observer que ses conjonctions inférieures, & celles seulement où il passe sur le disque du Soleil, mais ces observations sont très-rares. Celle de cette année n'est encore que la huitième, mais elle est la plus complete qu'on ait encore faite en Europe, car nous avons vû Mercure entrer sur le disque du Soleil, nous l'y avons suivi pendant tout le temps qu'il y a demeuré; enfin nous avons vû sa sortie.

M. Halley seul avoit observé toutes ces circonstances dans la conjonction qu'il observa en 1677 dans l'Isle S.<sup>te</sup> Helene. Dans toutes les autres on n'avoit vû que le commencement ou la fin, soit parce que le Soleil n'étoit pas sur l'horison pendant tout le temps de ces phases, soit parce que le temps n'étoit pas favorable.

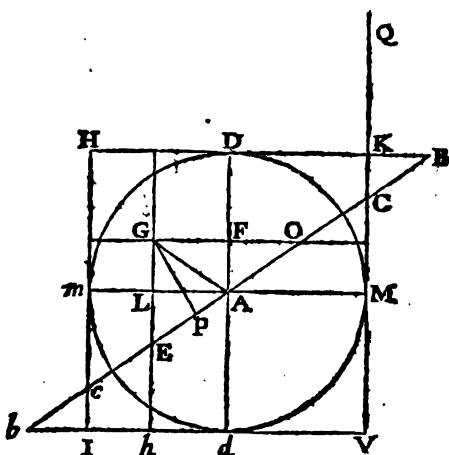
Pour faire cette observation avec le plus d'exactitude qu'il m'étoit possible, j'avois dirigé dès neuf heures du matin une Lunette de 16 pieds au Soleil, que je regardai attentivement à l'endroit où je sçavois que Mercure devoit entrer. Je

J'apperçûs avec cette Lunette à  $9^h 32' 40''$  sur le bord oriental du Soleil comme un point extrêmement petit ; à  $9^h 35' 15''$  je jugeai qu'il étoit entièrement entré sur le disque du Soleil. Il y avoit alors quatre amas de Taches dans le Soleil en différents endroits de son disque, dont quelques-unes surpassoient en grandeur celle de Mercure, mais aucune ne paroissoit aussi noire ; elles étoient de figure irrégulière, environnées comme à l'ordinaire, d'une espece de nébulosité, au lieu que Mercure paroissoit rond & fort bien terminé. Je le suivis sur le disque du Soleil jusqu'à midi, que je l'observai au Méridien, & je pris avec le Micrometre la distance au bord septentrional du Soleil, que j'ai trouvé de 55 secondes. Il passa au Méridien dans la même seconde que le centre du Soleil, ce qui donne sa conjonction en ascension droite le 11 Novembre à midi. Il s'approcha ensuite du bord du Soleil, & je repris ma Lunette de 16 pieds, avec laquelle il me parut toucher le bord du Soleil à  $0^h 15' 5''$  après midi, & sortit entièrement à  $18' 11''$ , ayant employé  $3' 6''$  à sortir du Soleil. Il nous parut à sa sortie, de même qu'à son entrée, & pendant tout son cours, très-bien terminé, d'une figure ronde, sans aucune ellipticité sensible, & on ne le vit point augmenter de grandeur, comme on l'avoit jugé dans l'Observation de 1677.

Pour déterminer sa route sur le Soleil, je m'étois proposé de pratiquer diverses méthodes qui ont été employées en différentes occasions. La première, en observant le passage de Mercure & des bords du Soleil par le fil horizontal & vertical d'un Quart-de-Cercle de 2 pieds  $\frac{1}{2}$  de rayon. Feu mon Oncle s'en est servi dans l'observation de Mercure de 1697, & M. Cassini l'a employé dans une Eclipsé de Soleil qu'il a observée à Genes en 1698, qui est rapportée dans la 2.<sup>de</sup> partie du 7.<sup>me</sup> Tome des Mémoires de l'Académie, où il a enseigné la manière de trouver par cette méthode les phases de l'Eclipsé. Mais comme dans l'observation de Mercure nous avons besoin non seulement de tracer la route de Mercure sur le disque du Soleil, mais de calculer son ascension

ascension droite & sa déclinaison pour trouver sa longitude & sa latitude au temps de chaque observation, il ne sera pas inutile de la répéter ici, & d'y adjoûter la manière de calculer l'ascension droite & la déclinaison de Mercure, telle que feu M. Cassini l'a pratiquée dans l'Observation de mon Oncle de 1697.

Soit  $HDB$  le fil horizontal de la Lunette, que le bord supérieur du Soleil touche en  $D$ ;  $QMV$  le fil vertical, que le bord précédent du Soleil touche en  $M$ ;  $BA$  le parallèle du centre du Soleil; soit circonscrit le quarré  $HIVK$  au disque du Soleil, & tirés les diamètres  $DAd$ ,  $mAM$ ,



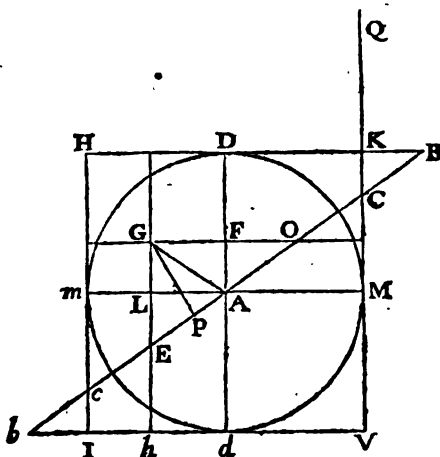
on voit que le centre du Soleil parcourt la portion  $AB$  de son parallèle depuis le contact de son bord supérieur au fil horizontal en  $D$ , jusqu'à ce que le centre soit arrivé au même fil, & qu'il parcourt une égale partie de son parallèle depuis le passage de son centre par le fil horizontal, jusqu'à ce que le bord inférieur touche le même fil, & qu'ainsi il décrit une ligne, comme  $Bb$  double de  $AB$ , depuis le contact du bord supérieur au fil horizontal jusqu'au contact de son bord inférieur au même fil. Donc  $AB$  sera égale à la moitié du temps que le diamètre vertical du Soleil employera à passer par le fil horizontal. On voit de même que le centre du Soleil parcourt la portion  $AC$  de son parallèle depuis le contact de son bord précédent au fil vertical en  $M$  jusqu'à ce que son centre soit parvenu au même fil, & qu'il parcourt le double de  $AC$  pendant le passage de son diamètre horizontal  $mM$  par le fil vertical, & par conséquent  $AC$  sera égale à la moitié du temps que le diamètre horizontal du

*Mem.* 1736.

X x

Soleil employera à passer par le fil vertical.

Soit présentement Mercure en *G*, comme il étoit dans notre observation, & soit tirée la ligne *GFO* qui rencontre le parallèle du Soleil en *O*, parallèle à *HDB*, & la ligne *GLE* parallèle à *QMV*, qui rencontre le parallèle du Soleil en *E*, la ligne



*AO* sera égale au temps écoulé depuis le passage de Mercure par le fil horizontal, & le passage du centre du Soleil au même fil, car le centre du Soleil parcourra la partie *AO* de son parallèle depuis le passage des points du Soleil qui se rencontrent sur la ligne *GFO* par le fil horizontal, jusqu'à ce que le centre du Soleil soit parvenu au même fil. Par les mêmes raisons, la ligne *AE* est égale à la différence du temps écoulé entre le passage du centre du Soleil & de Mercure par le fil vertical. Du point *G* soit abaissée une perpendiculaire *GP* sur le parallèle du Soleil, elle représentera la différence de déclinaison entre le centre du Soleil & de Mercure, & la ligne *AP* sera égale à la différence d'ascension droite, ainsi cette méthode se réduit à résoudre le Triangle rectangle *GPA*.

A cause des parallèles *GFO*, *mLAM*, *BIV*, & des lignes *GLE*, *DAd*, qui leur sont perpendiculaires, les Triangles rectangles *Adb*, *ALE*, *AFO*, sont semblables, mais on connoît les côtés *Ab*, *AE*, *AO*; donc il ne s'agit que de trouver un angle dans un de ces Triangles, & tous les angles des autres seront connus. Pour cet effet, je considère qu'à cause des Triangles semblables *Abd* & *cbI*, *Ab : Ac :: db : dI* ou à *Ad* qui lui est égale. Donc si on prend *bd* pour rayon, *Ad* sera tangente de l'angle *Abd*, & en faisant comme *Ab* est à *Ac*, ainsi le rayon est à la tangente de l'angle *Abd*,

on aura l'angle  $Abd$ , & par conséquent on connoîtra dans ce Triangle tous les angles, & un côté dont on trouvera les autres côtés, ainsi de même dans les autres Triangles.

Par la solution des Triangles  $ALE$ ,  $AFO$ , on connoît le côté  $AL$  & le côté  $AF$ , qui est égal à  $GL$ ; donc dans le Triangle rectangle  $GLA$ , dont on connoît les côtés  $LA$ ,  $GL$ , on trouvera le côté  $GA$  & l'angle  $GAL$ , qui étant ajouté à l'angle  $LAE$ , lorsque Mercure est dans la partie septentrionale du Soleil comme dans notre observation, & qui étant ôté de l'angle  $LAE$ , lorsqu'il est dans la partie méridionale, donnera l'angle  $GAP$ ; enfin dans le Triangle rectangle  $GPA$ , le côté  $GA$  & les angles étant connus, on trouvera les côtés  $AP$  &  $GP$ , qu'on réduira en degrés, & on aura la différence de l'ascension droite, & de la déclinaison entre le centre du Soleil & Mercure, à une heure qu'on peut prendre, sans crainte d'erreur sensible, moyenne entre l'heure du passage de Mercure par le fil horizontal de la Lunette, & l'heure de son passage par le fil vertical. La différence d'ascension droite étant ajoutée à l'ascension droite du Soleil, si Mercure est à l'Orient du centre du Soleil, ou étant ôtée, s'il est à l'Occident, donnera l'ascension droite de Mercure, & la différence de déclinaison étant réduite en degrés d'un grand cercle, & étant ajoutée ou étant ôtée de la déclinaison du Soleil, suivant que Mercure est vers le Nord ou vers le Midi du centre du Soleil, donnera la déclinaison de Mercure dont on trouvera la longitude & la latitude.

Cette méthode, outre qu'elle est très-facile & très-simple, a deux avantages; l'un, de ce qu'elle est exempte de la variation qui peut être causée par les réfractions, parce que Mercure & les bords du Soleil, étant observés à la même hauteur, ont la même réfraction. L'autre avantage qu'on peut tirer de cette méthode, est qu'en observant la hauteur du Soleil, on peut trouver, indépendamment de la Pendule, le temps de l'observation. Je me suis servi de cette méthode jusqu'à  $10^h \frac{1}{2}$  que le Soleil s'approchant du Méridien, où il ne change pas sensiblement de hauteur, cette méthode ne

fut plus praticable. Je mesurai ensuite la distance de Mercure aux bords du Soleil par le Micrometre dont nous fîmes plusieurs observations.

Mais pour déterminer le temps de la conjonction de Mercure avec le Soleil, sa latitude dans le même temps, & les autres circonstances de cette conjonction, nous avons principalement choisi les trois premières observations, & nous avons calculé par leur moyen la longitude & la latitude de cette Planete, & nous nous sommes contentés de comparer ces observations à la seule observation du passage de cette Planete au Méridien, parce qu'elle a été faite proche de la sortie de Mercure du disque du Soleil, & je regarde la longitude & la latitude de cette Planete, calculée par cette observation, comme plus exacte que celle qu'on pourroit conclurre d'un plus grand nombre d'observations faites par d'autres méthodes. Voici ces Observations.

A 9 <sup>h</sup>	41'	48"	le bord supérieur du Soleil à l'horifontal.
	41	58	le bord précédent du Soleil au vertical.
	43	44	Mercure à l'horifontal.
	44	32	Mercure au vertical.
	44	37	le bord suivant du Soleil au vertical.
	46	20	le bord inférieur du Soleil à l'horifontal.

A 9 <sup>h</sup>	48'	4"	le bord supérieur du Soleil à l'horifontal.
	48	13	le bord précédent du Soleil au vertical.
	49	56	Mercure à l'horifontal.
	50	44	Mercure au vertical.
	50	51	le bord suivant du Soleil au vertical.
	50	42	le bord inférieur du Soleil à l'horifontal.

A 10 <sup>h</sup>	0'	46"	le bord supérieur du Soleil à l'horifontal.
	0	54	le bord précédent du Soleil au vertical.
	2	32	Mercure à l'horifontal.
	3	17	Mercure au vertical.
	3	28	le bord suivant du Soleil au vertical.
	5	44	le bord inférieur du Soleil à l'horifontal.



Nous avons trouvé par ces Observations, la longitude & la latitude de Mercure, & la différence avec la longitude du Soleil comme elle est marquée dans la Table suivante.

H. M. S.	Longitude de ☿.	Longitude du ☉.	Differ.	Latitude de ☿.
9 44 8	229° 28' 30"	229° 19' 40"	8' 50"	12' 40"
9 50 20	229 28 20	229 19 55	8 23	12 59
10 2 54	229 27 25	229 20 26	6 59	12 55
12 0 0	229 21 10	229 25 21	4 11	14 45

Puisqu'à 9<sup>h</sup> 44' 8" la longitude de Mercure étoit plus grande que celle du Soleil, de 8' 50", & qu'à midi cette Planete avoit une longitude plus petite que celle du Soleil, de 4' 11", il avoit passé la conjonction au temps de cette dernière observation, & son mouvement apparent en longitude a été de 13' 1" en 2<sup>h</sup> 15' 52", intervalle entre la première observation & la dernière; le mouvement en latitude a été pendant le même temps de 2' 5".

Ainsi, pour avoir le temps de cette conjonction, on fera comme 13' 1" est à 2<sup>h</sup> 15' 52", ainsi 4' 11", qui est la différence de longitude du Soleil & de Mercure à midi, sont à 43' 40", qui étant ôtées de midi, donnent le temps de la conjonction à 11<sup>h</sup> 16' 20", & la latitude au temps de la conjonction de 14' 5".

On trouve par la comparaison de la seconde observation avec la dernière, le temps de la conjonction à 11<sup>h</sup> 16' 50", & la latitude de 14' 6".

Enfin on aura, par la troisième observation comparée à la dernière, la conjonction à 11<sup>h</sup> 16' 18", & la latitude de 14' 4"; donc en prenant un milieu entre ces trois déterminations, on aura le temps de la conjonction à 11<sup>h</sup> 16' 30", & la latitude dans le même temps de 14' 5".

On trouveroit, par le rapport du mouvement de Mercure en longitude au mouvement en latitude déterminé par ces trois observations comparées à la dernière, l'inclinaison

apparente de l'orbite de Mercure & sa distance au nœud. Et ces mouvements étant réduits par les hypothèses astronomiques, tels qu'ils seroient vûs du Soleil, on trouveroit l'inclinaison véritable & sa distance au nœud vû du Soleil. Mais pour peu que je me sois trompé dans la détermination de ces mouvements, je tomberoïs dans de plus grandes erreurs dans celle de ces deux éléments.

C'est pourquoi j'ai cru qu'il étoit plus sûr de déterminer le lieu du nœud par la méthode que M. Cassini a employée en 1723, & de calculer l'inclinaison de son orbite par le moyen de la distance au nœud ainsi trouvée, & la latitude observée. Pour cet effet je me suis servi de la conjonction de Mercure, observée en 1697, dans laquelle la longitude de Mercure vûë du Soleil, étoit de  $1^{\circ} 11' 33'' 50''$ , & la latitude de Mercure étoit de  $10' 42''$  vers le Midi, contraire à celle que nous avons observée dans la conjonction de cette année, qui étoit de  $14' 5''$  vers le Nord, la longitude de Mercure étant de  $1^{\circ} 19' 23' 13''$ . Par la comparaison de ces deux observations, j'ai trouvé qu'en 1719, au commencement de Février, la longitude du nœud de Mercure étoit de  $1^{\circ} 14' 55' 53''$ , mais depuis 1719 jusqu'en 1736, le mouvement du nœud a été de  $15'$ : donc on aura la longitude du nœud dans la conjonction de 1736, de  $1^{\circ} 15' 10' 53''$ , qui étant ôté de  $1^{\circ} 19' 23' 13''$ , longitude de Mercure vûë du Soleil au temps de la conjonction, donne la distance véritable de Mercure au nœud de  $4^{\circ} 12' 20''$ , qui avec la latitude de Mercure observée dans la conjonction de cette année, & réduite au Soleil, donne l'inclinaison véritable de  $6^{\circ} 59' 10''$ . Mais comme le mouvement de Mercure vû du Soleil est à son mouvement vû de la Terre, ainsi la distance véritable de Mercure au nœud, est à la distance apparente qu'on trouvera de  $1^{\circ} 36'$ , dont je me suis servi avec la latitude de Mercure observée pour calculer l'inclinaison apparente que j'ai trouvée de  $8^{\circ} 26' 15''$ . Suivant cette inclinaison, on trouvera la distance de Mercure au centre du Soleil dans le milieu de sa route, de  $13' 56''$ , la corde que

Mercure a parcouruë dans le Soleil, de  $16' 44''$ , qui étant divisée par  $2^h 42' 56''$  que Mercure a employées à la parcourir, donne le mouvement horaire de Mercure sur son orbite, de  $6' 10''$ ; enfin on trouvera la différence entre le milieu de l'éclipse & la conjonction de  $2' 44''$ , qui étant converties en temps à raison de  $6' 10''$  par heure, donnent  $20' 10''$ , qui étant ajoutées à  $10^h 55' 10''$ , milieu de l'éclipse, donnent le temps de la conjonction à  $11^h 15' 20''$ , à  $1' 10''$  près de ce que nous avons trouvé ci-dessus.

On peut déterminer aussi par nos observations, le diamètre apparent de Mercure, en faisant comme  $2^h 42' 56''$ , qui est le temps que le centre de Mercure a employé à parcourir le Soleil, est à  $3' 6''$  que son diamètre a employé à sortir du Soleil, ainsi  $16' 44''$ , qui est l'arc de l'orbite de Mercure parcouru dans le Soleil, sont à  $19'' 6'''$ , qui seroit le diamètre apparent de Mercure s'il avoit passé par le centre du Soleil, mais qu'il faut réduire, en faisant, comme le diamètre du Soleil qui étoit de  $32' 30''$  est à  $19'' 6'''$ , ainsi  $16' 44''$  sont à  $9'' 50'''$ , diamètre apparent de Mercure. M. Manfredi l'avoit trouvé en 1723 de 9 secondes.

Mercure étoit, au temps de cette Observation, entre le Soleil & la Terre, à une distance de la Terre, qui est à celle de la Terre au Soleil comme 685 à 1000, qui doit diminuer sa grandeur apparente dans cette proportion; ainsi son diamètre apparent étant de  $9'' 50'''$ , son diamètre véritable sera de  $6' 40''$ , qui est le tiers du diamètre de la Terre.



## MEMOIRE SUR LA ROSEE.

Par M. DU FAY.

14 Novemb.  
1736.

IL semble que rien ne soit plus connu que la Rosée ; on donne ce nom à une vapeur humide qu'on trouve le matin sur la terre & sur les feuilles de toutes les plantes de la campagne ; on appelle *Serein*, celle qui paroît tomber le soir, & qu'on apperçoit sur le linge & sur les habits, qu'elle humecte sensiblement, & ce n'est que celle du matin qui se nomme *Rosée*. On pourroit croire, à cette distinction, qu'il y a une interruption à cette humidité, & qu'elle n'est pas égale pendant toutes les heures de la nuit, mais les observations nous font voir le contraire, & nous apprennent que s'il y a dans la nuit des intervalles de temps où l'on n'en apperçoit point, c'est qu'il y a aussi des nuits entières qui en sont exemptes, & cela tient à des causes particulières, comme le vent, le temps couvert, le froid, &c.

Christ. Lud.  
Gersten Tentam.  
Francof. 1733.

Ceux qui n'ont fait sur la Rosée que les réflexions qui se présentent naturellement, pensent que toute l'humidité qu'on trouve le matin sur les plantes & sur la terre, vient effectivement d'en haut, mais quand on examine la chose avec plus d'attention, on voit qu'il y en a au moins une grande partie qui s'élève de la terre même & des plantes, & demeure attachée à leur superficie. M. Gersten qui a fait une Dissertation sur cette matière en particulier, a même pensé qu'il ne tomboit aucune Rosée d'en haut sur la terre, & que tout ce que nous voyons sous cette forme, s'élevoit de la terre ou des plantes sur lesquelles elle s'arrête jusqu'à ce que la chaleur du jour l'ait dissipée.

Cette opinion n'étoit pas nouvelle, & l'on trouve dans l'Histoire de l'Académie de 1687, que quelques personnes de la Compagnie avoient avancé que la Rosée sortoit de la terre, & ne tomboit point d'en haut, parce qu'on trouve  
sous

sous les cloches de verre autant de Rosée que dans les autres lieux exposés à l'air ; il est vraisemblable que depuis ce temps-là plusieurs personnes ont été dans le même sentiment, on en trouve même des traces dans plusieurs anciens Auteurs, mais ce ne fut point-là ce qui en fit venir l'idée à M. Gersten ; il avoit donné dans l'ouvrage que nous venons de citer, une explication nouvelle des élévations & des abaissements du Barometre, qui ne s'accordoit point avec la chute de la Rosée ; cela lui fit penser à examiner la chose avec plus d'attention qu'on n'y en avoit apportée jusqu'alors. Il avoit déjà observé dans les jardins que l'herbe étoit remplie d'humidité le soir, & couverte de petites gouttes très-sensibles, tandis que les feuilles des arbres & des plantes plus élevées de terre n'en avoient aucune apparence, il remarqua même que toutes les plantes n'en avoient pas également, & que sur les unes elle étoit très-abondante, tandis qu'on en appercevoit à peine sur les autres. Cette observation répétée plusieurs jours de suite, fit soupçonner à M. Gersten, que la Rosée s'élevoit de la terre & des plantes, au lieu de tomber d'en haut, comme on l'avoit cru jusqu'alors. Il fit plusieurs expériences pour s'en assurer ; il mit une cloche de verre sur un pied d'Ortie, qu'il avoit reconnu se charger de rosée plus abondamment que la plupart des autres plantes, il couvrit avec soin la terre tout autour du pied de cette Ortie, & trouva le lendemain les feuilles de la plante & l'intérieur de la cloche remplies d'humidité, quoiqu'il fût bien certain qu'il n'y avoit eu aucune communication avec l'air extérieur.

M. Gersten fut confirmé dans son opinion, tant par cette expérience que par plusieurs autres qu'il fit dans la suite, en posant sur la terre des regles de cuivre qu'il trouvoit tous les matins couvertes d'humidité dans leur surface inférieure, ou qui touchoit à la terre, quoiqu'il n'y en eut point en dessus, mais cette preuve n'étoit pas aussi convaincante que le pensoit alors M. Gersten, comme on le verra par la suite de ce Mémoire. Il suspendit aussi des lames de cuivre à différentes hauteurs de terre, & dans différentes situations,

& il trouva quelquefois de la rosée en dessus, & cependant toujours une plus grande quantité sur la surface qui étoit tournée du côté de la terre, mais ce n'étoit que lorsque la rosée étoit extrêmement abondante, qu'il s'en trouvoit de la sorte sur les lames de cuivre.

M. Gersten fit ensuite plusieurs autres expériences avec des cylindres de bois, avec du papier, des tables de verre, des tuyaux de plomb, & divers autres corps qui lui fournirent un grand nombre d'observations curieuses. D'où il conclut que la rosée ne tombe point d'en haut, mais que la forme sphérique ou cylindrique de certains corps fait que dans quelques circonstances leur surface supérieure se trouve plus couverte de rosée que l'inférieure, ce qu'il croit devoir être traité en particulier, & dont il remet l'explication à un autre temps. Nous ne rapporterons pas un plus grand nombre des expériences de M. Gersten, quoiqu'il y en ait plusieurs de très-curieuses, mais on verra par celles dont nous rendrons compte dans la suite, qu'il falloit, pour pouvoir en tirer des conséquences sûres & exactes, avoir connoissance de plusieurs autres faits dont la découverte étoit réservée à M. Musschenbroek, qui après avoir vérifié la plupart des expériences de M. Gersten, se rendit d'abord à son opinion, mais il en a changé depuis, & s'est déterminé à reconnoître plusieurs especes de Rosées, dont une plus dense que toutes les autres, s'élève des lacs, des rivières, des marais; une seconde sort des plantes & de la terre même, & une troisième tombe d'en haut. M. Musschenbroek fonde l'existence de cette dernière sur un grand nombre d'expériences qu'il a faites sur la Terrasse de plomb de l'Observatoire d'Utrecht; il n'étoit pas possible qu'il s'élevât aucune vapeur de cette Terrasse de plomb, cependant plusieurs corps qu'il y exposa, reçurent de la rosée sur leur surface supérieure, d'où M. Musschenbroek conclut qu'il y a réellement une rosée qui tombe d'en haut sur la terre. C'est cet objet, si simple en apparence, auquel nous sommes redevables des découvertes singulières dont nous rendrons compte dans la suite; mais avant que d'en

venir-là, je vais rapporter quelques expériences que j'ai faites pour m'assurer si la chute de la rosée est une vérité constante, ou si malgré les expériences de M. Musschenbroek, le sentiment de M. Gersten ne demeure pas dans son entier.

Ayant remarqué plusieurs fois qu'il y avoit des gouttes de rosée tant en dedans qu'en dehors des morceaux de verre & de glace que j'exposois soit sur l'herbe, soit sur la terre sèche, je résolus de prendre toutes les précautions nécessaires pour voir d'où venoit cette humidité, & pour cela le 25 d'Octobre de cette année, par un très-beau temps, le vent étant à l'Est-sud-est, je mis à quatre heures après-midi des plaques de verre à différentes hauteurs de terre, sçavoir, à 6 pieds, à 13, à 17, à 25 & à 31. Je me servis pour cet effet d'une grande Echelle double de cette hauteur, qui étoit placée au milieu d'un parterre, & éloignée de tout bâtiment & de tous grands arbres. Ces morceaux de verre étoient posés chacun sur une planche attachée à l'échelle, aux élévations que je viens de dire, & les planches étoient disposées de sorte qu'elles ne répondoient point les unes au dessus des autres, & qu'elles ne pouvoient en aucune manière s'abriter l'une l'autre. Il y avoit un pareil morceau de verre posé immédiatement à terre au pied de l'échelle; & tout au haut, c'est-à-dire, à 31 pieds d'élévation, j'avois suspendu, par le moyen de trois bâtons disposés en triangle, une cloche de cristal conique dont l'ouverture étoit tournée vers le haut. Comme j'avois disposé dès le matin tout ce qui étoit nécessaire, je plaçai tous mes morceaux de verre à peu-près en même temps, & j'eus soin de les bien essuyer avec un linge sec. Toute cette préparation se trouva faite & les verres étoient placés à quatre heures après-midi.

A 5 heures il y avoit sur la vitre posée à terre beaucoup de gouttelettes en dessous, & une légère vapeur en dessus, il n'y avoit rien aux vitres placées plus haut, ni à la cloche de cristal. A 5 heures  $\frac{1}{2}$  la vapeur étoit un peu plus abondante sur cette vitre posée à terre, & rien encore sur les autres. A 6 heures encore plus de vapeur sur cette première vitre,

## 356 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

& quelques gouttelettes sur la superficie de celle qui étoit élevée de 6 pieds, les autres sèches à l'ordinaire. A 7 heures l'humidité s'étoit élevée jusqu'aux autres vitres, à proportion de leur hauteur, les plus élevées en avoient très-sensiblement moins que les autres, il y en avoit même jusqu'à la cloche de cristal, mais plus en dessous, c'est-à-dire, sur la partie convexe qui étoit tournée vers la terre, qu'en dedans. J'ai remarqué que cette cloche étoit isolée, en sorte que l'humidité de l'air pouvoit y avoir un libre accès de tous côtés. A 8 heures, à 9, à 10 & à 11, les choses étoient toujours dans le même état, relativement les unes aux autres, mais en tout l'humidité augmentoit toujours sur chaque vitre. Comme il y en avoit quelques-unes qui n'étoient pas exactement planes, & qui, par conséquent, ne touchoient pas immédiatement dans tous leurs points les planches sur lesquelles elles étoient posées, on voyoit un peu d'humidité qui s'étoit attachée en dessous de ces vitres dans les endroits les plus écartés de la planche, mais elle étoit en petite quantité. Le lendemain à 5 heures du matin, la rosée étoit très-abondante sur toutes les vitres & la cloche de cristal, mais toujours dans le même ordre, & avec les mêmes circonstances.

Je laissai ces vitres dans le même état, & j'en exposai d'autres bien sèches, un peu différemment des premières. J'en posai une à terre horizontalement, une tout auprès dans une situation verticale, & trois autres à 6 pieds, à 13 & à 25 sur les planches qui y étoient attachées, mais chacune de ces vitres débordoit la planche de 3 pouces, afin que la partie inférieure fût aussi exposée à l'air que la partie supérieure. A 7 heures, au lever du Soleil, il y avoit des gouttes formées tant en dessous qu'en dessus des vitres qui débordent les planches, & à peu-près autant à celles d'en haut qu'à celles d'en bas; celle qui étoit posée verticalement à terre, en avoit également de chaque côté: j'essuyai bien alors toutes ces vitres, de même que la cloche de cristal, & je les exposai de nouveau aux mêmes endroits. A 7 heures  $\frac{1}{2}$  il se trouva de nouvelles gouttes par-tout, mais autant qu'on



pouvoit en juger à la vûë, il n'y en avoit pas plus en dessus qu'en dessous, si ce n'est que celle qui étoit posée horisontalement à terre, en avoit très-sensiblement plus par dessous, ce qui prouve que l'humidité continuoit encore à s'élever de terre. Le Soleil mit fin à mon expérience à 8 heures, cependant ayant remis à 9 heures la cloche de cristal renversée sur la terre, après l'avoir bien essuyée, & dans un endroit où le Soleil ne donnoit point encore, elle fut remplie au bout d'une demi-heure, tant en dessus qu'en dessous, d'un nombre infini de petites gouttelettes, quoiqu'il fût très-chaud, & que le ciel fût extrêmement pur.

Le lendemain & le jour suivant le temps fut aussi favorable, & je refis les mêmes expériences, qui me réussirent de la même manière. Cette dernière fois j'avois posé les vitres sur des quarræaux de terre cuite, afin de ne pouvoir rien attribuer à l'humidité qu'on pouvoit soupçonner les jours précédents s'être élevée des planches sur lesquelles elles étoient appuyées, mais l'événement fut toujours pareil, en sorte que cette expérience, de l'exactitude de laquelle je suis bien assuré, prouve que l'humidité s'élève de la terre, qu'elle se répand dans tout l'air qui est proche de sa surface, qu'elle s'attache aux corps qu'elle rencontre, qu'elle suit la direction de l'air qui est son véhicule, & qu'elle n'agit pas plutôt de haut en bas que de bas en haut ou latéralement, comme on le voit dans le détail dont je viens de rendre compte. J'ai voulu voir ensuite si cette humidité n'étoit pas plus abondante à une certaine distance ou élévation au dessus de la surface de la terre, qu'aux autres, & pour cela j'ai fait l'expérience suivante.

Le 26 d'Octobre, le temps étant très-beau, le vent au Nord, mais foible, je coupai quatre morceaux de drap vert de 6 pouces de long & de 4 pouces de large, que je rendis d'un poids parfaitement égal, j'en suspendis un à 6 pouces de terre, le 2.<sup>d</sup> à 6 pieds, le 3.<sup>e</sup> à 13 pieds, & le 4.<sup>e</sup> à 25; ils étoient tous attachés par deux angles à des fils, & chaque fil à un bâton fixé dans une situation horisontale, dont la

direction étoit la même, afin qu'ils fussent également frappés par le vent; je les disposai de la sorte à 4 heures du soir, & je les y laissai jusqu'au lendemain 8 heures, parce que j'avois observé la veille que l'humidité avoit toujours été en augmentant jusqu'à cette heure-là, je les détachai alors, & les pesai avec soin; celui qui étoit à 25 pieds de hauteur, avoit augmenté de poids de 54 grains, celui qui étoit à 13 pieds, de 56, celui qui avoit été à 6 pieds, de 66, & celui qui n'étoit qu'à un demi-pied de terre, de 53 seulement. Je refis l'expérience le lendemain aux mêmes hauteurs, à l'exception du dernier, que j'élevai de terre d'un pied; le jour suivant au matin, ce dernier n'avoit augmenté de poids que de 7 grains, celui de 6 pieds, de 9 grains, celui de 13 pieds, de 10 grains, & celui de 25 pieds, de 6 grains; il avoit fait cette nuit-là un peu plus de vent que la veille, & c'est vraisemblablement ce qui avoit si fort diminué la quantité de la rosée. N'ayant pas trouvé que ces deux expériences fussent suffisantes à cause de la petitesse des morceaux d'étoffe que j'avois employés, & par conséquent la petite quantité de rosée qui avoit pû s'y attacher, je me déterminai à la faire plus en grand, & avec toutes les précautions que je crus nécessaires pour m'assurer de son exactitude.

Ce fut le 28 d'Octobre que je m'y préparai, le temps étoit aussi beau que les jours précédents, & le vent étoit le même, je pris trois serviettes de toile ouvrée ou damassée égales, de 3 pieds  $\frac{1}{2}$  de long sur 2 pieds  $\frac{1}{2}$  de large, je leur attachai à chaque angle un bout de ficelle menuë, & je les exposai au Soleil, qui étoit très-vif pour la saison, depuis 9 heures du matin jusqu'à 3 heures après-midi, elles étoient à la même hauteur & dans la même direction, afin qu'elles fussent d'une égale sécheresse, je les pesai ensuite très-exactement l'une après l'autre, & je fis un poids ou une tare égale à chacune, après quoi je les attachai par les ficelles des angles à des chassis que j'avois préparés exprès, & dont chaque tringle qui les composoit, étoit éloignée de trois doigts du bord de la serviette; j'allai ensuite porter ces chassis & les

attacher fortement sur des perches que j'avois auparavant arrêtées à la grande échelle, de manière qu'à moins d'un très-grand vent il ne pouvoit y arriver aucun dérangement. L'une de ces serviettes étoit à 28 pieds de haut, la seconde à 17, & la dernière à un pied de terre; elles étoient toutes trois dans une situation horizontale, & les perches qui les supportoient, étoient disposées de sorte que les serviettes étoient de toutes parts exposées à l'air libre, & que les supérieures ne couvroient en aucune façon les inférieures. Le temps fut très-beau & le ciel pur toute la nuit, le lendemain je trouvai que la serviette la plus élevée avoit augmenté de poids de 4 onces 6 gros 6 grains, celle de 17 pieds, de 4 onces demi-gros 6 grains, & celle qui n'étoit qu'à un pied de terre, de 5 onces 2 gros  $\frac{1}{2}$ . Je ne puis rien reprocher à cette expérience, qui a été faite avec toute l'exactitude possible & dans les circonstances les plus favorables, car le temps fut aussi beau qu'on le pouvoit désirer, & la rosée très-abondante; il en résulte, comme on vient de le voir, que ce fut à un pied de terre qu'il y eut le plus d'humidité, mais qu'il y en eut moins à 17 pieds qu'à 25. Les deux premières expériences ne donnent pas la même proportion, quoiqu'en général elles aient fait voir que l'humidité est plus abondante en bas qu'en haut. Je ne voudrois pas néanmoins inférer de ce petit nombre d'expériences, que les choses se passent toujours de la même manière, il semble au contraire, par la diversité des résultats, que cela est sujet à de grandes variétés, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque cela doit dépendre des moindres agitations de l'air, de la hauteur du vent, de sa force, de sa direction, & d'une infinité d'autres causes semblables.

Si l'on veut tirer de ces expériences quelques conséquences sur la chute ou l'élévation de la Rosée, il est certain qu'elles favorisent la dernière opinion, car en général il y a une plus grande quantité de vapeur en bas qu'en haut, & cela n'arriveroit pas si cette humidité venoit de quelque endroit supérieur à la serviette la plus élevée.

J'avois aussi exposé ce même jour-là deux vitres bien sèches, l'une à un pouce de terre sur un appui de bois, & l'autre à 13 pieds, débordant de 3 pouces de dessus une planche isolée; à 5 heures  $\frac{1}{2}$  il y avoit de l'humidité en dessus & en dessous du verre qui étoit à un pouce de terre, mais plus en dessous qu'en dessus, & il n'y en avoit pas la moindre apparence sur la vitre qui étoit à 13 pieds. A 6 heures il y avoit des gouttes formées dessus & dessous celle qui étoit près de terre, & sur l'autre le commencement d'une très-légère vapeur. A 9 heures les gouttes étoient formées sur l'une & sur l'autre, mais celles de la vitre d'embas étoient beaucoup plus grosses & plus nombreuses, & toujours plus en dessous qu'en dessus.

Le lendemain cette expérience des vitres réussit encore de la même manière, & fut encore plus marquée, car le temps avoit été couvert tout le jour, il y eut peu de rosée, & à 11 heures du soir il n'y en avoit presque aucune trace sur la vitre, qui étoit élevée de 13 pieds, quoiqu'il y en eut eu dès 9 heures sur celle qui n'étoit qu'à un pouce de terre. Les cinq jours suivants le temps fut encore très-favorable, & je répétai toujours les mêmes expériences sans y trouver jamais la moindre variété, les vitres inférieures furent toujours les premières sur lesquelles l'humidité s'attacha, & elle commença toujours par la surface inférieure de celle qui étoit la plus proche de terre.

Il me paroît que ces observations répétées tant de fois, & toujours uniformes, ne laissent plus aucun doute sur la nature de la rosée, du moins en ce qui concerne sa chute ou son élévation, & je crois qu'on peut être assuré qu'elle s'élève de la terre & des plantes; que cette humidité ou cette vapeur consiste en une infinité de petits globules aqueux d'une extrême légèreté dont l'air se charge, & qu'il entraîne avec lui par-tout où il est porté par son mouvement de fluctuation: ainsi les corps qui sont rencontrés par cette vapeur aqueuse, la reçoivent dans toutes les parties de leur surface, sans qu'il arrive que ce soit plutôt dans la surface  
supérieure

supérieure que dans l'inférieure, ou les parties latérales, comme il est prouvé par toutes les expériences que nous avons rapportées.

M. Musschenbroek n'a abandonné ce sentiment que parce qu'il a trouvé de la rosée sur les corps qu'il a exposés sur une Terrasse de plomb, de laquelle il ne se pouvoit élever aucune humidité, mais aussi cette rosée ne venoit pas de la Terrasse, elle s'étoit élevée de la terre & des plantes des environs, elle étoit parvenue successivement & par le véhicule de l'air jusqu'à la Terrasse de plomb, elle s'étoit ensuite répandue dans tout l'air qui étoit au dessus de cette Terrasse, & s'attachoit aux corps exposés pour la recevoir, mais il est certain que si M. Musschenbroek avoit fait attention à l'heure à laquelle la rosée commençoit à s'apercevoir sur la Terrasse, il auroit remarqué qu'elle étoit sensible long-temps auparavant au pied de la Tour sur le haut de laquelle il faisoit l'observation; je ne doute pas même que s'il eût élevé une glace ou une vitre à 6 pieds au dessus de la Terrasse de plomb, il n'eût trouvé des gouttes de rosée attachées à la surface inférieure de cette glace aussi-tôt & en aussi grande quantité que sur la surface supérieure, c'est ce dont je ne puis pas douter par les expériences que j'ai faites sur le haut de mon Échelle, mais pour m'en assurer encore plus positivement, & pour ne plus laisser aucun doute sur cette matière, j'ai refait depuis les mêmes expériences à Paris sur une Terrasse de plomb. J'ai suspendu une glace sur un cadre de bois, élevé seulement de 2 pieds, & j'ai toujours trouvé les gouttes de rosée à peu-près en égale quantité en dessous qu'en dessus de cette glace, ce qui est différent des expériences faites à la campagne, où la surface inférieure étoit toujours plus promptement & plus abondamment humectée que la supérieure, mais la raison de cette différence est bien sensible, car à la campagne les vapeurs aqueuses s'élevoient directement de terre, & venoient s'attacher à la surface inférieure de la vitre, mais il n'en est pas de même sur une Terrasse garnie de plomb & entourée de bâtiments élevés,

cet air chargé de vapeurs humides ne peut y parvenir que par de longs détours & une fluctuation très-irrégulière, il n'y a donc pas plus de raison pour qu'elle s'attache en dessous qu'en dessus de la vitre, ainsi elle doit nécessairement y arriver plus tard qu'elle ne feroit proche de terre & dans un lieu isolé, & s'appliquer indistinctement à toutes les parties de la surface des corps qu'elle rencontre en son chemin.

Malgré tout ce que nous venons de voir, je ne prétends pas que la rosée ne soit que d'une espèce, & je ne nie pas qu'il puisse y en avoir dont les parties soient assés grosses, & ayent assés de pesanteur pour tomber sur la terre, cependant je crois qu'alors elle sera visible, & formera ce que nous connoissons sous le nom de *Brouillard*, mais il n'est pas question présentement de cette espèce de Rosée, si tant est qu'on la veuille comprendre sous ce nom, je ne parle uniquement que de celle qui est connue de tout le monde, qui est absolument imperceptible aux yeux, & qui n'est sensible que parce qu'elle humecte les corps qui sont exposés à l'air pendant la nuit.

J'ai cru qu'il étoit nécessaire de commencer ce Mémoire par les notions générales que je viens de donner sur la Rosée; & quoique mon premier objet n'ait pas été de faire des recherches sur la nature de la Rosée, il m'a semblé qu'il étoit à propos d'établir d'abord ce que c'est, & d'où elle vient, avant que de passer à ce que j'ai à en dire par rapport à la nature des Corps auxquels elle s'attache, c'est ce que nous allons examiner présentement, & je vais rapporter des faits que je puis annoncer comme très-nouveaux & très-surprenants, qui m'ont été communiqués par une Lettre que M. Musschenbroek me fit l'honneur de m'écrire le 16 Juillet 1735. J'ai vérifié avec grand soin les expériences contenues dans cette Lettre, & j'y en ai adjouté d'autres depuis, qui appuient & confirment celles de M. Musschenbroek, ainsi que nous le verrons dans la suite. Nous allons commencer par donner l'extrait de la Lettre dont il est question.

M. Musschenbroek voulut s'assurer s'il tomboit de la

rosée d'en haut, parce que, quoiqu'il eut embrassé l'opinion de M. Gersten dans ses *Eléments de Physique*, il crut devoir faire encore quelques expériences pour en connoître plus précisément la vérité. Il exposa sur la Terrasse de plomb de l'Observatoire d'Utrecht différents corps pour recevoir la rosée. Le résultat d'une expérience aussi simple fut beaucoup plus singulier qu'il ne s'y attendoit, & que l'on n'eût pû le prévoir, car quelques-uns de ces corps reçurent la rosée très-abondamment, d'autres n'en reçurent que très-peu, & d'autres enfin demeurèrent aussi secs que lorsqu'ils avoient été exposés. Les corps qui reçurent le plus de rosée furent une planche vernissée, une table d'ardoise, un plat de porcelaine, un vaisseau de cristal, un morceau de talc, du plomb peint en blanc à l'huile. Ceux qui n'en reçurent point, furent la pierre bleüe de Namur, un plat de vermeil, un d'argent poli, un autre d'argent blanchi avec une lessive de sel de tartre, un plat d'étain poli & un autre poncé, une plaque de laiton & une autre de fer, toutes deux polies, & un miroir de métal.

Une planche peinte à l'huile, & placée à côté de tous ces autres corps, avoit reçu de la rosée, mais elle ne couloit point comme elle faisoit sur les vases de cristal & de porcelaine, parce qu'elle étoit arrêtée par les inégalités de la peinture, il étoit arrivé la même chose à des planches de sapin, qui néanmoins paroissoient sensiblement humectées. Le laiton brut & le fer brut avoient sur leur surface des gouttes de rosée très-distinctes, mais rien n'étoit plus singulier qu'un plat de porcelaine dans lequel il y avoit six livres de mercure coulant, car on voyoit un ruisseau de liqueur sur les bords du plat, qui regnoit tout autour du mercure, & il n'y en avoit pas la moindre apparence sur le mercure; du drap blanc & du drap écarlate en avoient amassé considérablement, ce qu'on reconnoissoit par le poids, & ils n'en avoient pas également. Cette différence sera examinée plus au long dans la suite; mais pour faire voir qu'il y a de la rosée pendant tout le cours de la nuit, nous dirons seulement en

passant, qu'un morceau de drap écarlatte de quatre pieds en quarré, avoit augmenté de poids le 1.<sup>er</sup> de Juin à 9 heures du soir, de 7 gros 24 grains, à 11 heures de 12 gros 10 grains, à une heure après-minuit de 15 gros 18 grains, à 13 heures de 18 gros 30 grains, & à 4 heures de 21 gros 25 grains. On peut juger aisément que cette augmentation ne suit pas la même proportion tous les jours, ni dans toutes les saisons, & on doit s'attendre à trouver dans la rosée autant de variété que dans la pluie, les vents & les autres météores.

M. Musschenbroek, dans une seconde Lettre du 27.<sup>me</sup> d'Août de cette année, me fait part de quelques autres observations qu'il a faites sur le même sujet. Il a exposé à l'air, sur une planche de cuivre polie, & avec toutes les précautions que l'on peut attendre de sa sagacité, des morceaux de 8 pouces  $\frac{1}{2}$  en quarré, chacun de différents cuirs & de différentes couleurs, comme de maroquin rouge, de jaune, de bleu, de noir, du chamois, du cuir de Russie & du veau blanc. Ayant répété deux fois les mêmes expériences, il en a résulté que l'épaisseur des cuirs, leur dureté, leur sécheresse, ni leur souplesse, ne faisoient rien à la quantité de la rosée; le maroquin rouge en reçut le plus, le noir & le bleu n'en reçurent qu'environ la moitié. M. Musschenbroek adjoûte qu'ayant appris par les expériences de M. Gray & par les miennes, les différences qui résultoient des couleurs par rapport à l'électricité, il voulut s'assurer si elles ne faisoient aucun effet sur la rosée comme couleurs, c'est-à-dire, comme réfléchissant en plus grande quantité, des rayons d'une espece que d'une autre, & pour cela il prit plusieurs petites écuelles de bois semblables & très-égales, & les enduisit intérieurement de différentes couleurs délayées dans l'huile de lin; sçavoir, la 1.<sup>re</sup> de cinabre pur, la 2.<sup>de</sup> d'orpiment, la 3.<sup>me</sup> de massicot, la 4.<sup>me</sup> de verdet-gris, la 5.<sup>me</sup> de bleu de Prusse, la 6.<sup>me</sup> de lacque de Florence, la 7.<sup>me</sup> de noir de fumée, & il en adjoûta une huitième qui n'étoit point peinte. Toutes ces écuelles furent posées sur la plaque de cuivre, & avec les mêmes précautions que l'avoient été les cuirs; la rosée y



tomba très-inégalement, ce fut sur celle qui n'étoit point peinte qu'elle tomba en plus grande quantité, & la blanche & la jaune en reçurent le moins ; celle qui étoit enduite de cinabre, n'en eut que très-peu davantage, & cependant le maroquin rouge en avoit attiré plus que tous les autres ; ainsi il résulte de ces expériences que ce sont les matières qui servent à colorer, & non les couleurs en elles-mêmes qui font que certains corps reçoivent la rosée plus abondamment que d'autres. Nous avons vû la même chose par rapport à l'électricité, & quoique M. Gray eût cru remarquer des différences résultantes des couleurs, j'ai prouvé par plusieurs expériences, qu'elles ne résultoient que des ingrédients de différente nature qui entroient dans la teinture ou dans la couleur.

Ce fait étant bien établi par les observations que nous venons de rapporter, je crois qu'on ne doit pas attribuer non plus cette différence dans la quantité de la rosée, à la figure des corps qui la reçoivent, comme M. Gersten l'a pensé, mais les expériences sur lesquelles il appuyoit son opinion, ne sont point assez décisives, comme on le peut voir dans l'ouvrage que nous avons cité plus haut ; & celles que nous venons de rapporter, font voir que cette inégalité ne vient que de la différence des matières qui sont exposées à la rosée.

La première chose que j'ai faite après avoir reçu la Lettre de M. Musschenbroek, a été de répéter les expériences qu'elle contenoit, & pour cela j'ai exposé à la rosée des vaisseaux d'argent, de cuivre, de cristal, de porcelaine, & plusieurs autres matières dont il est inutile de faire l'énumération, parce que tout le surprenant de cette observation est qu'il y ait un corps qui ne reçoive point la rosée, tandis qu'un autre qui est placé à côté, la reçoit abondamment : ce fait une fois bien constaté, il ne sera plus étonnant qu'il y ait d'autres corps qui la reçoivent en plus ou moins grande quantité.

Ayant donc reconnu par des observations réitérées un grand nombre de fois, & jamais démenties par aucune expérience, que les vaisseaux de cristal étoient ceux qui recevoient

le plus de rosée, & que ceux de quelque métal que ce fût, étant bien polis, n'en recevoient jamais une goutte, je voulus voir si cet effet si singulier ne venoit point de ce que la rosée, mouillant le verre plus exactement que le métal, y adhéroit plus fortement, en sorte qu'elle s'évaporoit plus promptement de dessus ce dernier, ce qui faisoit qu'on n'y en trouvoit point le matin, quoiqu'il y en fût réellement tombé pendant la nuit autant que sur l'autre. Je fis faire pour cet effet un grand entonnoir de cristal qui avoit 14 pouces  $\frac{1}{2}$  de diametre, & un autre d'étain bien poli, de même grandeur, & parfaitement semblable dans toutes ses dimensions; je posai chacun de ces entonnoirs sur un trépied de fer vernissé, élevé de terre d'un pied & demi, & je plaçai sous ces entonnoirs des vaisseaux semblables & égaux; sçavoir, un de cristal sous l'entonnoir de cristal, & un d'étain poli sous celui d'étain; ces petits vases avoient un col étroit, afin que la liqueur qui y auroit coulé, ne pût pas s'évaporer, & ce col s'élargissoit par en haut pour recevoir le bout de l'entonnoir. Je plaçai ces entonnoirs ainsi préparés avec leurs trépieds, tantôt sur un pré nouvellement fauché, & tantôt sur la terre, mais l'espece de rosée ou d'humidité qui s'élève d'en bas, troubla mes premières expériences, elle s'attachoit aux parois extérieures des entonnoirs, & couloit dans les vaisseaux qui étoient au dessous, cela m'obligea d'entourer ces entonnoirs extérieurement à un pouce de leur pointe, d'une espece de bourlet de coton qui arrêtoit cette humidité en s'en imbibant, & l'empêchoit de se mêler avec celle qui tomboit dans le vase par l'intérieur de l'entonnoir. Il n'y a que les inconvénients imprévûs que l'on rencontre dans les expériences, qui fassent imaginer ces sortes de petits expédients, dont on ne sçauroit néanmoins supprimer le détail, tant pour faire voir que l'on n'a négligé aucune des circonstances qui pouvoient contribuer à l'exactitude de l'observation, que pour en faciliter l'exécution à ceux qui seroient tentés de les faire eux-mêmes, d'autant plus que celles-ci sont assez singulières pour exciter la curiosité des Physiciens,

& assés faciles pour que tout le monde soit à portée de les executer sans peine.

Ce seroit un détail très-ennuyeux pour la Compagnie, que de lui rendre compte de chaque observation que j'ai répétée plusieurs jours de suite, & en différents temps de l'année, il me suffit de dire que j'ai souvent trouvé dans le vase qui étoit placé sous l'entonnoir de cristal 7 gros, & même quelquefois plus d'une once de liqueur, & qu'il n'y en a jamais eu une seule goutte sous l'entonnoir d'étain, lorsqu'il n'avoit fait que de la rosée pendant la nuit, car on juge bien que lorsqu'il pleuvoit, il y avoit de l'eau dans les deux vases, & cela prouvoit la grande égalité de leur surface, n'y ayant quelquefois pas 10 grains de différence sur 4 ou 5 onces d'eau que je trouvois le matin dans les vases de dessous.

J'ai souvent été visiter mes entonnoirs à différentes heures de la nuit, je trouvois presque toujours des gouttes plus ou moins grosses sur celui de cristal, & jamais la moindre apparence d'humidité sur celui d'étain, ainsi cette différence ne peut certainement pas être attribuée à l'évaporation qui se feroit plus promptement de dessus l'un que de dessus l'autre, & il faudroit qu'elle se fit bien promptement sur l'entonnoir de métal pour que l'humidité n'eût pas le temps de s'écouler sur une pente aussi considérable que l'est celle des parois de l'entonnoir; d'ailleurs lorsqu'il avoit plu, & que par conséquent l'un & l'autre avoient été également mouillés, je ne me suis pas apperçu que celui d'étain fût sensiblement plutôt sec que l'autre, ainsi on doit conclure que la rosée ne s'attache point en effet sur l'entonnoir d'étain.

Je ne dirai pas la même chose de l'humidité qui s'élève de terre, car on en trouve quelquefois une assés grande quantité attachée au dessous des vaisseaux de métal, & lorsque j'ai renversé mes entonnoirs pour recevoir celle-là en particulier, j'en ai souvent trouvé qui s'étoit élevée jusqu'à la pointe intérieure de l'entonnoir d'étain, mais ceci demande un examen & un travail particulier, car je crois avec M. Gersten & M. Musschenbroek, que l'humidité qui s'élève

de toutes les plantes, n'est pas de même nature, & peut-être ne seroit-il pas inutile de ramasser séparément la vapeur qui sort des plantes dont la propriété est bien reconnue, elle pourroit tenir quelque chose de la nature de ces plantes, & par-là être de quelque usage dans la Médecine. Si quelqu'un vouloit faire des observations sur cette matière, rien ne seroit si facile que de ramasser une assez grande quantité de cette humidité, car après avoir reconnu si elle s'attache plus abondamment sur le verre que sur le métal, il n'y a qu'à couvrir d'un chapiteau aveugle & percé par le haut, la plante dont on veut recueillir la vapeur, elle s'attachera aux parois intérieures, & de-là coulera dans le canal du chapiteau d'où on la retirera ensuite par l'ouverture du haut du chapiteau en le renversant; on bouchera ce trou pendant l'expérience, afin que la rosée extérieure ne se mêle point à celle d'en bas, & on aura soin de bien essuyer le chapiteau en dehors avant que de le renverser; par ce moyen on aura très-facilement, & sans aucun mélange, l'humidité ou la rosée qui sort de chaque plante; mais ce n'est point l'objet actuel de ce Mémoire, je dirai seulement qu'il y a des nuits où cette vapeur qui s'élève des plantes est très-abondante, quoiqu'il ne s'en trouve que très-peu dans les vaisseaux exposés pour recevoir celle d'en haut: on juge facilement que cela dépend du plus ou moins de chaleur, du vent, de la pluie, & d'autres pareils accidents météorologiques dont il n'est pas question maintenant, nous nous contenterons d'ajouter encore quelque chose sur l'espece d'humidité qui est connue sous le nom de *Rosée*.

Nous avons dit que la rosée s'attache plus abondamment sur le verre que sur tous les autres corps, & qu'il ne s'en trouve jamais sur les métaux polis; sans prétendre encore rien inférer du rapport que je vais faire remarquer, je ne puis m'empêcher de rappeler ici que j'ai fait voir dans mon premier Mémoire sur l'Électricité, que tous les corps qui sont dans la nature, & qui ont assez de dureté pour être frottés, peuvent devenir électriques par eux-mêmes, à l'exception  
seulement

seulement des métaux. J'avois aussi donné en 1730 un Mémoire sur ce que j'avois découvert que la propriété que l'on avoit jusqu'à présent cru particulière à la Pierre de Boulogne, de conserver la lumière dans l'obscurité, étoit commune à tous les corps en général, si l'on en excepte aussi les métaux. Qu'il me soit permis de rapprocher seulement ces trois observations. J'avouë que je suis bien éloigné de voir le rapport qu'il peut y avoir entre des propriétés si différentes, mais aussi je ne voudrois pas nier qu'il n'y en eût, & nos connoissances sont encore si bornées sur les points les plus essentiels de la Physique, qu'il y auroit de la témérité à nier ce que nous croyons ne pas voir assés clairement.

Cette idée de l'électricité m'ayant frappé dès le commencement de mon travail sur la rosée, j'ai voulu voir quel effet feroient les matières résineuses qui sont aussi très-électriques, quoique d'une électricité différente de celle du verre, comme je l'ai remarqué; pour cet effet j'ai pris un entonnoir de fer blanc de la grandeur & de la figure de ceux d'étain & de cristal, je l'ai couvert par dedans & par dehors de 40 ou 50 couches d'une dissolution de gomme-laque dans l'esprit de vin, en sorte qu'il y en avoit environ une ligne d'épaisseur de chaque côté; j'ai mis sous cet entonnoir un vase pareil à celui qui étoit sous les autres, que j'avois pareillement enduit de gomme-laque, & je l'ai exposé sur un trépied de même que les deux autres, il a reçu de la rosée, mais en moindre quantité que celui de cristal, & cela n'alloit ordinairement qu'à la moitié de ce qui tomboit dans le premier. On peut m'objecter que le fer blanc qui faisoit la base de cet entonnoir, étoit peut-être la cause de ce qu'il y avoit moins de rosée que s'il eût été de laque pure; j'avouë que cela peut être, mais jusqu'à présent je n'ai pas eu occasion de faire l'expérience autrement, & je rapporte simplement celle que j'ai faite.

Pour m'assûrer si la différence étoit toujours la même, & dans toutes les circonstances, entre les matières vitrifiées & les métaux, j'ai placé une soucoupe de porcelaine au milieu

d'un plat d'argent, & immédiatement à côté un vaisseau d'argent assés semblable à la soucoupe sur un plat de porcelaine; l'événement fut entièrement conforme à ce que nous avons vû jusqu'à présent; la soucoupe de porcelaine posée sur le plat d'argent, fut toute couverte de rosée sans que le plat qui la débordoit de 4 pouces tout autour, en eût une seule goutte, & le plat de porcelaine en reçut à l'ordinaire, tandis que le vaisseau d'argent qui étoit au milieu, étoit aussi sec que lorsqu'il avoit été exposé.

Je voulus voir si une soucoupe de porcelaine posée de cette sorte sur un plat de métal, recevoit plus de rosée qu'elle n'auroit fait si elle y eût été exposée toute seule, car il semble que celle qui ne tombe point sur le plat, peut être détournée vers la porcelaine, & par-là augmenter la quantité de celle qui y tomberoit naturellement. Pour cela j'ai pris deux grands cristaux de montre parfaitement égaux, que j'ai exposés, la partie concave en dehors, l'un sur une assiette d'argent, & l'autre sur une de porcelaine. J'avois entouré d'une virole d'argent poli celui qui étoit placé sur l'assiette d'argent, afin qu'il ne pût pas s'attacher de rosée à la partie convexe de ce cristal, & que par ce moyen l'expérience fût aussi exacte qu'elle pouvoit l'être. J'exposai pendant plusieurs jours de suite ces deux cristaux disposés comme je viens de le dire, & je trouvai toujours cinq ou six fois plus de rosée sur celui qui étoit sur l'assiette de porcelaine que sur l'autre; il arrivoit même quelque chose d'assés singulier à l'égard de celui qui étoit sur l'assiette d'argent, car le peu de rosée qui se trouvoit dedans, n'étoit que vers le centre en petites gouttes, & il y avoit au bord un espace de 5 ou 6 lignes qui étoit entièrement sec, & vers lequel les gouttes alloient en diminuant de grosseur, comme si la virole d'argent qui entouroit ce bord, sans néantmoins le surpasser ni le couvrir, eût repoussé la rosée, & l'eût empêchée de s'attacher à la partie du verre qui la touchoit immédiatement. J'ai recommencé plus de trente fois cette expérience, & toujours avec le même succès.

En voici une qui a encore quelque chose de plus singulier, & qui confirme ce que nous venons de voir. J'ai fait une plaque de 6 pouces en quarré & d'une ligne d'épaisseur, elle étoit formée de deux autres de 6 pouces de long chacune & de 3 pouces de large, jointes l'une à l'autre par la tranche, & assujetties ensemble de cette sorte par deux petites coulisses ; l'une de ces deux demi-plaques étoit de laiton poli, & l'autre de glace. Je posai tantôt sur la terre, tantôt sur une planche, ou sur d'autres corps, cette plaque composée de deux matières si hétérogenes, du moins relativement à la rosée ; on devine aisément par tout ce que nous avons vu jusqu'à présent, que la partie de glace se trouvoit couverte de rosée, & que celle de cuivre n'en avoit point, mais on va voir quelque chose de plus, car ayant posé sur cette plaque des lames de glace qui portoient par un bout sur le cuivre, & par l'autre sur la glace, ce dernier bout recevoit la rosée très-abondamment, & le bout qui portoit sur le cuivre, n'en recevoit point du tout. Comme cette expérience ne me donnoit aucune peine, je l'ai répétée presque tous les jours que l'occasion s'en est présentée, & jamais il n'y a eu de différence, si ce n'est qu'il arrivoit quelquefois que la lame de glace ne portoit pas par l'extrémité sur la partie de cuivre, elle en étoit même quelquefois écartée d'une ligne, alors il s'attachoit quelques gouttes de rosée sur ce bout de la lame, mais jamais sur la partie qui touchoit immédiatement au cuivre, comme si le métal étoit entouré d'une Athmosphère qui écartât la rosée, non seulement de dessus le métal, mais aussi de tout ce qui se rencontre dans la sphere de son activité.

Je ne parlerai point de ce qui arrive, lorsqu'au lieu de rosée, il y a de la gelée blanche ou du brouillard, ce détail seroit un peu trop long, & d'ailleurs je n'ai point encore un assez grand nombre d'observations là-dessus pour en pouvoir dire rien de bien positif ; je dirai seulement maintenant qu'il n'en est pas du brouillard comme de la rosée, que le brouillard tombe sur l'entonnoir de métal, mais toujours en beaucoup moindre quantité que sur celui de verre ; à l'égard de

la gelée blanche, elle paroît sur l'un & sur l'autre sous des formes très-différentes, & qui méritent attention, nous en dirons quelque chose dans une autre occasion.

*Expér. XIX.  
page 46. Edit.  
Françoise.*

Une observation rapportée par M. Hales dans la Statique des Végétaux, me fit venir l'idée de plusieurs autres expériences ; il dit qu'ayant exposé à la rosée deux vases d'un pied de diametre remplis de terre, l'un des deux qui contenoit de la terre humide, avoit reçu plus de rosée que l'autre dans lequel la terre étoit plus sèche ; il adjoute qu'il tomba une fois plus de rosée sur une surface remplie d'eau que sur une surface de pareille étendue remplie de terre humide. Il faut avoïer que ces faits s'écartent de l'analogie que nous avons fait remarquer plus haut entre la chute de la rosée & les effets de l'électricité, car il n'y a rien de moins électrique que l'eau, & s'il est vrai qu'elle attire la rosée plus fortement que toute autre matière, ce sera une très-forte objection à l'espece de rapport que nous avons trouvé entre ces deux propriétés ; c'est pourquoi on ne sçauroit être trop en garde contre ces rapports apparents, ces systemes prématurés qui nous peuvent faire tomber dans l'erreur : ce seroit peu s'ils ne faisoient que nous tromper, & nous faire hasarder une mauvaise explication d'un fait véritable, mais cela peut aller jusqu'à nous déguïser les expériences mêmes, & à nous les faire voir différentes de ce qu'elles sont en effet, c'est pourquoi je rapporterai simplement les faits dont je suis assuré pour les avoir répétées plusieurs fois, & je me garderai bien, jusqu'à ce que j'en aye un beaucoup plus grand nombre, d'établir entre eux aucun rapport, ni de former aucune hypothese pour les expliquer.

Pour vérifier l'expérience de M. Hales, j'ai fait faire deux vaisseaux de glace de 8 pouces en quarré & de 3 pouces de haut, parfaitement égaux, & dont les jointures étoient exactement cimentées, à dessein d'en exposer un à la rosée, vuide & sec, & l'autre avec de l'eau dedans ; je voulois aussi mettre deux pouces de hauteur d'eau dans l'un, & six lignes seulement dans l'autre ; différents accidents qui me sont arrivés



dans l'exécution de ces expériences, m'ont obligé de les différer pour quelque temps. J'ai préparé aussi des morceaux de cristal d'une surface égale, mais de différentes épaisseurs, pour voir si les uns attireront une plus grande quantité de rosée que les autres ; j'ai déjà même fait quelques expériences dans cette vûë, mais comme je me suis fait une loi de n'en rapporter aucune qu'après l'avoir éprouvée un grand nombre de fois, je différerai pareillement à en rendre compte.

Je ne m'en suis pas tenu aux expériences sur la Rosée, j'en ai fait plusieurs sur l'évaporation & sur la distillation des liqueurs, & je ne sçaurois dire combien ces dernières m'ont coûté de peines & de soins, sans que je sois encore parfaitement content de la manière dont je les ai faites. J'ai fait construire une cucurbite qui avoit deux cols ou ouvertures de diametres très-égaux, j'ai ajusté sur l'un des cols de cette cucurbite un chapiteau de verre, & sur l'autre un chapiteau d'argent que j'avois fait faire d'une capacité égale à celui de verre, autant qu'il étoit possible ; cette cucurbite ainsi ajustée, étoit placée au bain-marie & au feu de lampe, je l'ai remplie successivement d'eau de pluie & d'eau de rivière, il en a toujours passé beaucoup davantage par le chapiteau de verre que par celui d'argent. Quoique cette expérience s'accordât extrêmement avec celles que j'avois faites sur la rosée, je n'en fus pas moins scrupuleux à en examiner toutes les circonstances ; je vis que le chapiteau d'argent s'échauffoit beaucoup plus promptement & plus fortement que celui de verre, ce qui pouvoit empêcher la condensation des vapeurs élevées ; je jugeai qu'il falloit remédier à cet inconvénient, j'ajustai à force de mastik, de ciment, de vernis, un réfrigérant commun à ces deux chapiteaux, un siphon fournissoit de l'eau froide dans ce réfrigérant à mesure que la chaude s'écouloit par un robinet ; par ce moyen la quantité d'eau qui passoit par le chapiteau d'argent n'excédoit plus aussi considérablement celle qui passoit par le chapiteau de verre, cependant il y en avoit toujours un sixième ou un septième de plus. L'embarras inexplicable qu'il y avoit à luter & à déluter

ces chapiteaux ainsi joints ensemble, à cimenter le réfrigèrent où il se faisoit toujours quelque fuite, m'a empêché de répéter ces expériences autant de fois que je l'aurois souhaité, cela me détermina à prendre un autre parti qui étoit plus facile, & qui me paroïssoit promettre encore plus d'exactitude.

Je pris une cucurbite ordinaire, & je fis faire un chapiteau à deux becs diamétralement opposés, qui s'ajustoit exactement dessus. Deux rainûres profondes qui commençoient au sommet du chapiteau, & alloient jusqu'au bas de sa gouttière, le séparoient, pour ainsi dire, en deux, de sorte que les vapeurs qui s'étoient élevées & condensées dans une moitié du chapiteau, couloient nécessairement par le bec qui étoit de ce côté-là, sans pouvoir jamais se mêler avec celles qui se condensaient dans l'autre moitié. Tout étant ainsi disposé, je fis émailler l'une des deux moitiés de ce chapiteau, & je fis gratter & éclaircir l'autre du mieux qu'il fut possible. Quoique toute cette opération paroisse assez simple, on auroit de la peine à imaginer toutes les difficultés qui se sont rencontrées dans l'exécution. Je rendrai compte dans un second Mémoire, du résultat des expériences que j'ai faites avec cette espèce de chapiteau, de même que d'un grand nombre d'autres sur l'évaporation & la distillation des différentes liqueurs aqueuses ou spiritueuses, & j'y adjoûterai plusieurs autres faits assez singuliers, qui nous conduiront peut-être à la connoissance de quelque nouvelle propriété de la matière.



**M E T H O D E**  
**POUR TROUVER**  
**LA DECLINAISON DES ETOILES.**

Par M. DE MAUPERTUIS.

I. **L** Es vitesses de deux Etoiles  $M$  &  $N$  sont entr'elles 24 Février  
1736.  
Fig. 1. comme les arcs  $MM$  &  $NN$  qu'elles décrivent dans le même temps, ou comme les cosinus de leur déclinaison; & si les arcs décrits par deux Etoiles  $M$  &  $N$  sont très-petits, les angles  $MCM$  &  $NCN$  décrits autour de la Terre dans le même temps, seront entr'eux comme les cosinus de la déclinaison.

Car lorsque les arcs  $MM$  &  $NN$  ne different pas sensiblement de leurs cordes, les angles décrits en temps égaux autour de la Terre, sont  $\frac{MM}{CM}$  &  $\frac{NN}{CN}$ , ou à cause de  $MM : NN :: IN : GN$ , & de  $CM = CN$ , ces angles seront comme  $IM$  &  $GN$ .

Donc si au lieu de prendre les temps égaux, on prend égaux les angles  $MCM$ ,  $NCR$ , décrits autour de la Terre, & par conséquent les cordes  $MM$  &  $NR$ , on aura le temps par  $MM$  au temps par  $NR$  en raison renversée des cosinus de latitude. Car le temps par  $MM$  est le même que le temps par  $NN$ , & le temps par  $NN$  est au temps par  $NR$  ::  $NN : NNR$ , ou ::  $GN : IN$ .

Ainsi si l'on observe le temps qu'une Etoile qui passe au Zénit, employe à traverser un angle donné, & qu'on observe aussi dans un lieu  $n$  le temps que l'Etoile qui passe au Zénit, employe à traverser le même angle, ces temps seront entre eux en raison renversée des cosinus de latitude des lieux  $m$  &  $n$ .

II. On peut par-là trouver la latitude d'un lieu au

Zénit duquel passe quelque Etoile, en observant le temps qu'elle employe à traverser une certaine étendue déterminée du Micrometre; car l'angle du Micrometre étant connu, on sçait le temps qu'une Etoile placée dans l'Equateur employe à le traverser; & le temps observé étant à ce temps en raison inverse des cosinus de latitude, ou comme le rayon au cosinus de latitude, on trouve ce cosinus.

Si on se sert d'un Micrometre dont l'amplitude est de  $1^{\circ}$ , & qu'on observe qu'une Etoile qui passe au Zénit, employe  $480''$  à le traverser, on jugera que le lieu où se fait l'observation est au  $60^{\text{me}}$  degré de latitude; car une Etoile placée dans l'Equateur, traverse un angle de  $1^{\circ}$  dans  $240''$ ; & si l'on dit,  $480'' : 240''$  comme le rayon au cosinus, on trouve le cosinus de  $60^{\circ}$ .

III. L'erreur qu'on peut commettre dans cette opération, dépend:  $1^{\circ}$  De ce qu'on prend pour leurs cordes les petits arcs décrits par les Etoiles pendant qu'elles parcourent le Micrometre.  $2^{\circ}$  De ce que la réfraction élevant l'Astre, diminue l'angle sous lequel on le voit.  $3^{\circ}$  De ce qu'on peut se tromper en observant le passage de l'Etoile par l'angle du Micrometre.  $4^{\circ}$  Je ne parle point de ce qu'on peut commettre d'erreur sur la mesure de l'angle du Micrometre, parce que quelques secondes d'erreur dans cet angle ne sçauroient produire d'erreur sensible dans l'opération, 15 secondes de différence dans l'angle n'y donnant que  $1''$  de différence dans le temps pour l'Astre qui est dans l'Equateur.  $5^{\circ}$  Ni de l'erreur que peut causer la Pendule, parce que la Pendule la plus commune ne sçauroit causer ici d'erreur sensible.

IV. La première cause d'erreur ne sçauroit être d'aucune considération, car si l'amplitude du Micrometre est de  $1^{\circ}$ , elle soutend un arc de l'Equateur de  $1^{\circ}$ , & un arc de  $2^{\circ}$  à la latitude de  $60^{\circ}$ . Or la différence du sinus de  $1^{\circ}$  à sa tangente n'est que de  $\frac{27}{10000000}$ , & la différence du sinus à l'arc est encore plus petite. L'arc de  $2^{\circ}$  ne differe donc de sa

de la corde que de moins que  $\frac{54}{10000000}$ , ou que  $\frac{1}{185185}$ , ce qui ne sçauroit apporter de différence sensible dans le temps.

V. La réfraction ne peut avoir ici d'effet sensible, car quand à un demi-degré du Zénit elle seroit de 1", ce qui est fort éloigné de la vérité, elle n'altéreroit l'angle, sous lequel on voit passer l'Etoile, que de 2", ce qui ne peut faire de différence sensible dans le temps du passage.

VI. L'erreur qui se peut commettre en observant le passage de l'Etoile par le Micrometre, peut être de 1" de temps.

Cette erreur peut en causer une considérable sur la déclinaison de l'Etoile. Pour déterminer cette erreur, supposons que l'Etoile, au lieu d'être en *N*, est en *S*: Ayant tiré du point *R* sur l'arc *SSTV* la petite droite *RT*, en sorte que *SST* = *NNR*, il est clair que le temps par *NNR* sera le même que celui par *SSTV*, & que la différence entre les temps par *NNR* & *SST* sera proportionnelle à *TV*. Or on a *NNR* : *SSTV* :: *GN* : *gS*, & le temps par *NNR*, ou le temps par *SSTV* au temps par *SST* :: *SSTV* : *SST* :: *gS* : *GN*. Si donc le temps par *SSTV* est de 481", le temps par *SST* de 480", & *GN* le cosinus du 60.<sup>me</sup> degré de latitude = 5000000, on trouvera *gS* = 5010416 sinus d'environ 30° 4'. D'où l'on voit qu'une erreur de 3' dans la distance de l'Etoile au Zénit ne feroit pas une différence de 1" dans le temps que l'Etoile employe à traverser le Micrometre.

VII. Si l'on fait attention à ce que nous venons de voir, qu'une différence de 3' dans la déclinaison de l'Etoile, ne produisoit pas dans le temps du passage par le Micrometre, une différence de 1", il s'ensuit que cette méthode ne sçauroit donner la déclinaison à 3' près, par l'incapacité de l'instrument dont nous nous servons, qui, pour ainsi dire, n'est pas assés grand. Je veux dire que le temps par lequel on

détermine la déclinaison, n'est pas assés long pour pouvoir rendre sensibles de petites différences.

VIII. Il faut donc augmenter le nombre des secondes qui nous fait ici l'office des divisions des arcs de cercle dont on se sert dans les autres Méthodes, en prenant le temps que l'Etoile employe à parcourir un angle plus grand, comme de  $20^\circ$  ou de  $30^\circ$ .

Mais il n'est plus permis de prendre les arcs décrits par les Etoiles pour leurs cordes, ni de les considérer en même temps comme parties du cercle qui a pour rayon le rayon de la sphere, & du cercle qui a pour rayon le cosinus de déclinaison.

### PROBLEME I.

*Ayant le temps qu'une Etoile employe à traverser un angle donné, trouver la déclinaison!*

Fig. 2.

IX. Soit l'arc  $MZM$  décrit par l'Etoile dans le temps donné, & embrassé par l'angle donné  $MCM$ , tel que le rayon étant  $= 1$ , la corde soit  $= a$ ; & soit  $IM$  le cosinus de la déclinaison qu'on cherche.

Puisque le temps que l'Astre employe à décrire l'arc  $MZM$ , & le temps total de la révolution sont donnés, l'angle  $MIM$  est donné, la corde  $MM$  commune à l'angle avec lequel on observe, & à l'angle  $MIM$  est aussi donnée; il ne s'agit donc que de trouver le rayon  $IM$  du cercle dans lequel une corde donnée soutend un angle donné.

*Pour voir maintenant avec quelle précision on peut trouver la déclinaison d'une Etoile par cette méthode, il faut chercher ce qu'une petite différence dans la déclinaison de deux Etoiles, donne de différence entre les temps qu'elles emploient à traverser le même angle.*

Fig. 2. & 3.

X. Soient deux Etoiles  $M$  &  $N$  qui diffèrent très-peu en déclinaison. Soit le cosinus de déclinaison de l'une  $GN = \delta$ , & le cosinus de déclinaison de l'autre  $IM = \delta + d\delta$ , la corde  $AM = a$ . Soient les deux cercles  $AMC$ ,  $ANB$ , qui ont  $IM$  &  $GN$  pour rayons, dans lesquels la même

corde  $a$  est inscrite, ces deux cercles sont les paralleles que décrivent les deux Etoiles; les arcs soutendus par la corde commune sont les arcs décrits dans le temps que les Etoiles emploient à traverser l'angle donné; & la différence entre ces temps est proportionnelle à la différence des deux angles soutendus par la même corde dans les deux cercles, c'est-à-dire, au petit angle  $MIm$  double de  $MAN$ ; or l'angle  $MAN$  est la différence de l'angle dont  $AM = a$  est le rayon,  $AB = 2d$  est la sécante, & l'expression de cet angle  $MAN$  est  $\frac{add}{d\sqrt{(4d^2 - aa)}}$ , on a donc le petit angle

$$MIm = \frac{2add}{d\sqrt{(4d^2 - aa)}}.$$

XI. Supposons maintenant que la déclinaison de l'Etoile  $M$  soit de  $60^\circ$ , & celle de l'Etoile  $N$  de  $60^\circ 1'$ , le rayon de la sphere étant 10000000, on aura  $d = 5000000$ , la différence entre le cosinus de  $60^\circ$  & de  $60^\circ 1'$ ,  $dd = 2519$ . Soit l'arc du parallele  $MZM$  compris dans l'angle des Lunettes de  $60^\circ$ , on aura la corde  $MM = a = 5000000$ , &  $\sqrt{(4d^2 - aa)} = 8660254$ . On aura donc pour la différence des deux angles  $\frac{2add}{d\sqrt{(4d^2 - aa)}} = \frac{2519}{4330127}$ . Pour

rapporter cet angle au rayon des Tables, si l'on fait  $4330127 : 2519 :: 10000000$ , on trouvera 5817 qui est le sinus ou l'arc lui-même de  $2'$ . Si donc le temps que l'Etoile  $M$  emploie à parcourir l'arc  $MZM$  est de  $4^h$  ou  $14400''$  du premier mobile, on aura la différence des temps des Astres  $M$  &  $N$ , en disant comme  $60^\circ$ , ou  $3600'$  :  $14400'' :: 2'$ , & l'on aura  $8''$  pour cette différence. D'où l'on voit que si l'on observe les passages de l'Etoile à la demi-seconde de temps, on aura sa déclinaison avec une erreur moindre que  $4''$  de degré.

XII. Il faut maintenant examiner les effets de la réfraction dans la méthode que je viens de proposer. Comme elle élève l'Astre plus ou moins selon qu'il est moins ou plus élevé sur l'horison, il faut commencer par chercher quelle

doit être la hauteur à laquelle l'Etoile passe par une des Lunettes, afin qu'elle passe à la même hauteur par l'autre.

## PROBLEME II.

*L'angle des Lunettes qu'on suppose également élevées, étant donné, trouver la hauteur de l'Etoile lorsqu'elle y passe!*

Fig. 4.

XIII. Soit  $P$  le Pole,  $Z$  le Zénit, le rayon  $CP = 1$  le rayon du Parallele que décrit l'Etoile qui est le cosinus de déclinaison  $AG = c$ , le sinus de déclinaison  $CG = e$ , le sinus de latitude du lieu  $= g$ , son cosinus  $= f$ . Soit la moitié de la corde qui soutend l'angle des Lunettes  $KM = \frac{1}{2}a$ , & soit tirée la droite  $KO$  perpendiculaire à l'axe du vertical  $ZC$ , & la ligne  $OM$  du point  $O$  au point où l'Etoile passe dans la Lunette; on aura  $GK = \sqrt{GM^2 - KM^2} = \sqrt{cc - \frac{1}{4}aa}$ ;  $KA = c - \sqrt{cc - \frac{1}{4}aa}$ ;  $CD$  étant  $= ge$  &  $GD = fe$ , on a  $GF = \frac{fe}{g}$  &  $FK = \sqrt{cc - \frac{1}{4}aa} - \frac{fe}{g}$ . Et (à cause de  $FK : KO :: FG : GD :: CG : CD :: 1 : g$ ), on a  $KO = g\sqrt{cc - \frac{1}{4}aa} - fe$ , &  $OM$  qui est le sinus de la distance de l'Astre au Zénit, lorsqu'il passe par la Lunette ou le cosinus de son élévation,  $OM = \sqrt{OK^2 + KM^2} = \sqrt{ggcc - \frac{1}{4}ggaa - 2fge\sqrt{cc - \frac{1}{4}aa} + ffee + \frac{1}{4}aa}$ , ou (à cause de  $1 - gg = ff$ )  $OM = \sqrt{ggcc + ffee + \frac{1}{4}ffaa - 2fge\sqrt{cc - \frac{1}{4}aa}}$ .

XIV. Par cette valeur analytique de  $OM$ , on peut trouver l'Etoile qui traverse l'angle des Lunettes à la plus grande hauteur, pour quelque lieu donné que ce soit sur la Terre, car pour cela il n'y a qu'à faire de  $OM$  ou de  $OM^2$  un *minimum*,  $fg$  &  $a$  demeurant constants. On a donc, en prenant la différence de  $OM^2$ ,  $2ggcdc + 2ffede - 2fgde\sqrt{cc - \frac{1}{4}aa} - \frac{2fgcdc}{\sqrt{cc - \frac{1}{4}aa}}$ ; ou (à cause de  $1 - ee = cc$ )  $2(ggcdc - ffc dc + \frac{fgcdc}{c}\sqrt{cc - \frac{1}{4}aa})$ .



$= \frac{fgccdc}{\sqrt{(cc - \frac{1}{4}aa)}}];$  ou  $dc [(gg - ffe) \sqrt{(cc - \frac{1}{4}aa)} + fgcc - \frac{1}{4}fgaa - fgee] : \frac{c}{2c} \sqrt{(cc - \frac{1}{4}aa)};$  ou  $dc [(gg - ff) \times \sqrt{(1 - cc)} \times \sqrt{(cc - \frac{1}{4}aa)} + 2fgcc - \frac{1}{4}fgaa - fg] : \frac{c}{2c} \sqrt{(cc - \frac{1}{4}aa)}.$  Et faisant cette quantité  $= 0$ , & quarrant les deux membres de l'équation  $(gg - ff)^2 \times (cc - \frac{1}{4}aa - c^4 + \frac{1}{4}aacc) = ffgg \times (1 + \frac{1}{2}aa + \frac{1}{16}a^4 - 4cc - aacc + 4c^4);$  équation dont la racine  $c$  donne la déclinaison de l'Etoile qui traverse un angle donné dont la corde est  $a$ , à la plus grande hauteur, pour le lieu dont le sinus de latitude est  $g$ ; on trouve par-là quelle est l'Etoile dont on peut trouver la déclinaison avec le plus d'exactitude, en se servant d'un angle donné, puisqu'on a celle qui est la moins exposée à la réfraction.

XV. Si nous supposons maintenant que l'Etoile qu'on observe, passe au zénit du lieu, il est évident que le sinus de latitude du lieu est le même que le sinus de déclinaison de l'Etoile, & qu'ainsi  $g = e$  &  $f = c$ . Le sinus de la distance de l'Etoile au Zénit, lorsqu'elle traverse l'angle que nous avons vû être  $OM$ , est alors  $= \sqrt{[2ccce + \frac{1}{4}aacc - 2cee \sqrt{(cc - \frac{1}{4}aa)}]}$ .

XVI. Si l'on suppose que l'on soit au 60.<sup>me</sup> degré de latitude, & que la corde qui soutend l'angle des Lunettes, soit la moitié du rayon, c'est-à-dire, qu'elles fassent un angle d'environ  $28^\circ 58'$ , qui est l'ouverture nécessaire pour qu'elles embrassent un arc de  $60^\circ$ . Faisant dans la formule précédente  $c = \frac{1}{2}e = \sqrt{\frac{3}{4}}$ ,  $a = \frac{1}{2}$ , on trouvera  $MO = \frac{2566}{10000}$ , qui est le sinus de  $14^\circ 52'$ ; d'où l'on voit que l'Astre passant par la Lunette, est élevé de  $75^\circ 8'$ .

XVII. Si maintenant on suppose que le cosinus de latitude soit  $\frac{2}{3}$  du rayon, ce qui répond à la latitude d'environ  $60^\circ 25'$ ; faisant dans la formule  $c = \frac{2}{3}$ ,  $e = \sqrt{(1 - \frac{4}{9})} = \frac{1}{3}$ , & toujours  $a = \frac{1}{2}$ , on trouvera  $MO = \frac{2626}{10000}$

qui est le sinus de  $15^{\circ} 13'$ . D'où l'on voit que l'élévation de l'Etoile, passant par les Lunettes, pendant que leur ouverture demeure la même depuis le  $60.^{me}$  degré de latitude jusqu'au Cercle Polaire, ne diffère que d'environ  $20'$ .

XVIII. Si l'observation se faisoit sous l'Equateur, il est clair, & par la formule dans laquelle alors  $c = 1$  &  $e = 0$ , & par la moindre attention, que l'angle  $MCO$ , complément de l'élévation de l'Astre, & alors le même que le demi-angle des Lunettes, c'est-à-dire, de  $14^{\circ} 29'$ . D'où l'on voit que depuis l'Equateur jusqu'au Cercle Polaire, il n'y a dans l'élévation de l'Astre qu'une différence d'environ  $44'$ .

XIX. Connoissant la hauteur de l'Etoile lorsqu'elle passe par les Lunettes, il est facile de trouver l'altération que la réfraction cause dans l'angle sous lequel on la voit passer, qui vient de ce que la réfraction élève l'Etoile & l'arc qu'elle parcourt.

La corde qu'on voit à travers l'angle des Lunettes, n'est donc plus la véritable corde de l'arc parcouru par l'Etoile, mais une autre corde plus petite.

Fig. 5.

Soit la vraie corde de l'arc parcouru  $MM$ , observée du point  $C$ ; soit l'Astre, lorsqu'il passe en  $M$ , transporté en  $S$  par la réfraction, en sorte qu'on voye son passage sous l'angle  $SCS$  plus petit que l'angle véritable  $MCM$ . Soit décrit du point  $C$  & du rayon  $CM$  le petit arc  $MR$  qui est donné par la réfraction pour une élévation comme  $MCQ$ ; soient tirées du point  $C$ , aux lieux apparents de l'Astre, les droites  $CS$ , & soient tirées dans le plan  $SCS$  des points  $R$ ; les petites droites  $RD$  parallèles à  $CE$ , il est clair que si  $MM$  est la vraie corde de l'arc parcouru par l'Etoile, coupé par l'Almicantar, la réfraction la diminue de  $DS$  de chaque côté, en faisant  $RR$  pour  $MM$ ; & c'est cette petite ligne  $DS$  qu'il faut trouver pour corriger la corde observée.

Pour cela on a dans le plan vertical  $SCQ$  deux Triangles semblables  $SRM$ ,  $SQC$ , qui donnent  $CQ : QS$  ou  $QM$   
 $\therefore MR : RS = \frac{MR \times QM}{CQ}$ . On a de plus dans le plan

$$SCE, SC : SE, \text{ ou } CM : MK :: RS : DS, \text{ ou } CM : MK :: \frac{MR \times QM}{CQ} : DS = \frac{MR \times QM \times MK}{CM \times CQ}.$$

Si l'on appelle le rayon de la sphere  $CM = 1$ , le rayon de l'angle des Lunettes  $= r$ , la corde de cet angle  $= a$ , la hauteur de l'Astre sur l'horison  $MQ$  ou  $SQ = h$ ,  $CQ = \sqrt{1 - hh}$ ;  $MR = f$ , on a  $r : a :: 1 : MM = \frac{a}{r}$ , &  $MK = \frac{a}{2r}$ ; & mettant ces valeurs dans l'expression précédente de  $DS$ , on a  $DS = \frac{afh}{2r\sqrt{1-hh}}$ . C. Q. F. T.

Ayant trouvé la déclinaison d'une Etoile, on a la hauteur du Pole du lieu de l'observation, en adjoûtant à la déclinaison de l'Etoile, sa distance au Zénit.

XX. Si l'Etoile qu'on observe passe au Zénit, on a tout d'un coup par notre opération, la latitude du lieu où l'on observe, puisqu'elle est la même que la déclinaison de l'Etoile.

L'exactitude avec laquelle alors on détermine la latitude, dépend de la certitude que l'Etoile passe précisément au Zénit.

XXI. On a trouvé (*art. XVIII.*) que depuis l'Equateur jusqu'au Cercle Polaire, la hauteur de l'Astre du Zénit passant par les Lunettes, & observé pendant un arc de  $60^\circ$  du cercle qu'il décrit, ne varie presque pas. D'où il suit qu'on peut prendre le petit arc  $MR$  pour constant dans toutes nos observations qui se font sur des Etoiles au Zénit. Pour trouver donc de combien la correction qu'il faut faire à la corde, varie dans différentes observations, je prends la différence de  $\frac{afh}{2r\sqrt{1-hh}}$  en faisant  $a$ ,  $r$  &  $f$  constants,

$$\& \text{ j'ai } d(DS) = \frac{af}{2r} \times \frac{dh}{(1-hh)^{\frac{3}{2}}}. \text{ D'où l'on voit que}$$

la différence de la correction à faire dans différentes observations depuis l'Equateur jusqu'au Cercle Polaire, est à la

$$\text{correction} :: \frac{dh}{(1-hh)^{\frac{1}{2}}} :: \frac{h}{\sqrt{1-hh}} :: d(QM) : QM \times CQ,$$

& que la correction  $DS$  étant déjà extrêmement petite, la différence est encore extrêmement petite par rapport à elle, & doit être absolument négligée.

XXII. On doit donc dans toutes nos opérations, faire à la corde observée la même correction, ce qui est un avantage singulier de la Méthode.

XXIII. Pour trouver donc la quantité absolue de la correction qui doit servir dans toutes les observations, supposons qu'on soit à la latitude de  $60^\circ$ , & l'angle des Lunettes tel que le rayon étant 10000000, la corde soit  $= 5000000$ , ce qui embrasse un arc de  $60^\circ$  du cercle que décrit l'Etoile. On a trouvé (*art. XVI.*) qu'avec un tel instrument, on verra passer l'Etoile à la hauteur d'environ  $75^\circ 8'$ , dont le sinus est 9665255, & dont le sinus complément est 2565705. Faisant donc alors  $MR = \frac{2909}{3 \times 10000000}$  qui est le sinus ou l'arc de  $20''$  qui est la quantité de Réfraction à cette hauteur,  $QM = \frac{9665255}{10000000}$ ,  $KM = \frac{2500000}{10000000}$ ;  $CQ = \frac{2565705}{10000000}$ , &  $CM = 1$ , on a  $DS = \frac{MR \times QM \times MK}{CM \times CQ}$   
 $= \frac{2909 \times 9665255 \times 2500000}{3 \times 2565705 \times (10000000)^2} = \frac{702905669875}{7697115000000000}$   
 $= \text{environ } \frac{1}{10950}.$

Si donc on veut se servir de ceci pour trouver la latitude absolue des lieux, il faudra faire cette correction aux cordes des arcs décrits par les Etoiles; mais si l'on ne veut connoître que la différence en latitude entre deux lieux, ce qui est l'opération dont on a besoin pour déterminer la Grandeur & la Figure de la Terre, l'erreur qu'on commettrait en négligeant de faire la correction dans un des lieux, peut détruire l'erreur qu'on commettrait en négligeant aussi de faire la correction dans l'autre lieu, & il faut voir ce que l'omission

l'obmission de la correction dans les deux lieux, peut causer d'erreur dans la différence en déclinaison.

## PROBLEME III.

*Trouver l'erreur qu'on peut commettre sur la différence en déclinaison, en négligeant l'effet de la Réfraction!*

XXIV. Soit le sinus de l'angle  $KIM$  donné par le temps,  $=t$ , soit le cosinus de déclinaison  $IM$ ,  $=x$ , soit la demi-corde  $MK$  de l'arc parcouru,  $=\frac{1}{2}c$ , & la quantité dont la Réfraction la diminue  $\frac{1}{2}dc = a$ , tout cela pour le rayon  $CM = 1$ ; on a  $1 : t :: x : \frac{1}{2}c$ , ou  $x = \frac{c}{2t}$ . Et supposant que le temps que l'Astre emploie à parcourir l'arc  $MZM$ , est donné, & qu'il n'y a que la déclinaison & la corde  $MM$  qui varient, on a  $dx = \frac{dc}{2t}$ . Fig. 2.  
& 5.

Mais l'erreur de déclinaison est  $\frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)}}$ , c'est-à-dire,

$\frac{dc}{2t\sqrt{(1-\frac{1}{4}cc)}} = \frac{dc}{2\sqrt{(tt-\frac{1}{4}cc)}}$ , ou (à cause que  $\frac{1}{2}dc$  est donnée &  $=a$ , l'erreur en déclinaison, qui vient de ce qu'on néglige la correction de la corde, est  $\frac{a}{\sqrt{(tt-\frac{1}{4}cc)}}$ .

Conservant donc  $a$  &  $c$ , & substituant pour  $t$  deux valeurs différentes, on aura les deux erreurs en déclinaison des deux Etoiles  $M$  &  $N$ , qui seront  $\frac{a}{\sqrt{(tt-\frac{1}{4}cc)}}$  &  $\frac{a}{\sqrt{(t't'-\frac{1}{4}cc)}}$ .

Si ces deux erreurs étoient égales, la différence en déclinaison des points  $M$  &  $N$  seroit la même, quoiqu'on eût négligé la correction dans chaque opération.

La différence des deux erreurs donnera donc l'erreur qui peut résulter sur la différence en déclinaison, parce qu'on a négligé la correction, & qu'on n'a point eu d'égard à la réfraction.

XXV. Si donc on prend  $t = \frac{3}{4}$  &  $c = \frac{1}{2}$ , on trouvera  
*Mem. 1736.* Ccc

pour l'erreur de déclinaison,  $\frac{dN}{\sqrt{(1-x^2)}} = \frac{a}{\sqrt{(1-\frac{1}{4}cc)}}$   
 $= \frac{a}{\sqrt{(\frac{9}{25} - \frac{1}{16})}} = \frac{20a}{\sqrt{(119)}} = \frac{200a}{109}.$

Si ensuite on prend  $r = \frac{33}{50}$ , & toujours  $c = \frac{1}{2}$ , on trouvera pour l'erreur de déclinaison,  $\frac{dN}{\sqrt{(1-x^2)}} = \frac{a}{\sqrt{(1-\frac{1}{4}cc)}}$   
 $= \frac{a}{\sqrt{(\frac{1089}{2500} - \frac{1}{16})}} = \frac{200a}{\sqrt{(14924)}} = \frac{2000a}{1222}.$

Pour voir maintenant de combien la variation en déclinaison en  $M$  diffère de la variation en  $N$ , il faut comparer  $\frac{200a}{109}$  avec  $\frac{2000a}{1222}$ , ou chercher ce que vaut  $\frac{200a}{109} - \frac{2000a}{1222}$ ; & l'on trouve  $\frac{(244400 - 218000)a}{109 \times 1222}$  ou  $\frac{26400a}{133198}.$

Mettant donc pour  $a$  la quantité qu'on a trouvée (article XXIII.) on aura  $\frac{26400 \times 702905669875}{133198 \times 7697115000000000} =$   
 $\frac{18556709684700000}{1025240323770000000000} = \frac{185567096847}{10252403237700000},$  qui est l'erreur de la différence en déclinaison pour le rayon  $= 1$ . Pour la rapporter au rayon des Tables 10000000, on aura  $\frac{185567096847000000}{10252403237700000} = \frac{18556709684700}{102524032377} = 181$ ; ce qui ne fait pas un arc de 4".

Pour sçavoir maintenant quelle est la différence en déclinaison entre les points  $M$  &  $N$  dans l'opération précédente; on a pour le point  $M$ ,  $x = \frac{c}{2r} = \frac{1}{4}$ ; &  $r$  étant  $= \frac{2}{5}$ ,  $x = \frac{5}{12}$  qui répond au sinus de  $24^{\circ} 37'$ : on a pour le point  $N$ ,  $r = \frac{33}{50}$ , &  $x = \frac{1}{4 \times \frac{1}{16}} = \frac{50}{132}$  qui est le sinus de  $22^{\circ} 15'$ .

D'où l'on voit que sur une différence en déclinaison de  $2^{\circ} 22'$ , l'erreur qu'on peut commettre en négligeant l'effet de la réfraction, n'est pas de 4".

XXVI. Nous n'avons point encore parlé de l'instrument avec lequel on peut faire ces observations ; mais tout le monde voit que cet instrument est des plus simples, puisqu'il ne consiste qu'en deux Lunettes munies de fils à leurs foyers, fixement attachées l'une à l'autre. Un des avantages de cet instrument, c'est cette fixité ; il ne doit avoir aucune de ses parties mobile, & l'on peut lui donner la plus grande solidité, en soudant les deux Lunettes sur un même plan.

Je ne parle point de la manière dont on le peut monter pour s'en servir commodément. Il doit être mobile en tout sens ; on y peut adapter un petit Quart-de-cercle pour lui donner d'abord à peu-près l'élévation qu'on aura trouvée qui lui convient (*art. XIII.*) & lui ayant donné cette élévation, il faut qu'ayant vu passer l'Astre par une des Lunettes, l'instrument puisse tourner sur l'axe de cette Lunette ; car dans ce mouvement l'autre Lunette doit nécessairement rencontrer l'Astre lorsqu'il aura traversé l'Angle ; & il n'est pas nécessaire que l'Astre, lorsqu'il passe par les deux Lunettes, soit précisément à la même hauteur. Toutes ces choses seront faciles à suppléer, si l'on juge que notre Méthode mérite qu'on en fasse usage.

Quant à la détermination de l'angle des Lunettes, il est facile de s'en assurer avec toute la précision qu'on voudra, en mesurant sur le terrain les distances entre le sommet de cet angle & deux objets qu'on appercevra par le croisement des fils des Lunettes ; & il est à remarquer que quelques secondes d'erreur ne sont pas de conséquence dans la mesure de cet angle.

XXVII. Par cette Méthode, il semble qu'on pourra avoir la latitude absoluë des lieux avec une précision plus grande que celle qu'on peut attendre des instruments & des pratiques ordinaires.

Car 1.<sup>o</sup> Toutes nos observations se font à des hauteurs qui sont presque hors de la portée de la réfraction : nous avons vu (*art. XVII.*) que si l'on veut se servir d'Etoiles qui passent au Zénit, ou près du Zénit, les observations

depuis l'Equateur jusqu'au Cercle Polaire ne se feront pas à des distances du Zénit plus grandes que de  $15^{\circ} 13'$ .

2.<sup>o</sup> Si l'on a trouvé la déclinaison d'une Etoile qui passe fort près du Zénit, à 4" près, comme il semble que la Méthode le fait espérer, il ne faut plus qu'ajouter ou soustraire la distance de cette Etoile au Zénit, qu'on peut prendre avec de très-grands Secteurs, & avec une telle précision, qu'on y peut compter à 3 ou 4" près d'erreur.

Quand on supposeroit donc que les deux erreurs, celle qui se peut commettre en observant le temps qu'emploie l'Etoile à traverser l'angle des Lunettes, & celle qu'on peut commettre en prenant avec un Secteur de 10 pieds, la distance de l'Etoile au Zénit du lieu de l'observation; quand, dis-je, on supposeroit que ces erreurs tombassent de la manière la plus malheureuse, il ne semble pas qu'on en eût à craindre une erreur totale plus grande que de 8 ou 10", erreur dont peut-être bien peu de latitudes sont exemptes.

XXVIII. Mais si l'on peut s'assurer qu'une Etoile passe au Zénit, notre Méthode pourroit être fort utile pour la mesure de la Terre. Car quoiqu'on n'ait pas en tous lieux des Astres qui passent au Zénit, cependant il n'y a pas de lieu qui n'ait quelque Etoile qui en passe assez près, & comme lorsqu'il est question de comparer la longueur d'un arc du Méridien de la Terre avec la différence en latitude de ses deux extrémités, rien n'assujettit à des points déterminés, il n'y auroit qu'à marcher un peu plus au Nord ou au Sud pour se trouver précisément sous quelque Etoile.

Alors il ne seroit pas nécessaire de connoître l'angle des Lunettes, car connoissant à peu-près la latitude du premier lieu, & le temps que l'Astre du Zénit emploie à traverser cet angle; connoissant de plus le temps que l'Astre du Zénit du second lieu emploie à traverser le même angle, on a par la différence des temps, la différence en latitude.

XXIX. Si l'on craignoit que notre instrument, malgré sa solidité, se dérangerait en le transportant (ce qui cependant est moins à craindre pour lui que pour les autres instruments



dont on a coutume de se servir), nous avons ici l'avantage de pouvoir faire les deux observations dans un même lieu; car ayant une fois remarqué les deux Etoiles qui passent au zénit des extrémités de la distance mesurée sur la Terre, on peut s'aller placer dans un lieu entre ces deux, d'où l'on observera ces deux Etoiles passant par les Lunettes à la même hauteur.

XXX. Dans les Problemes précédents, on a toujours supposé qu'on eût le temps absolu que l'Etoile employe à parcourir l'arc  $Z$ , embrassé par les Lunettes, ce qui donne immédiatement l'angle  $NGN$ ; & en effet il est toujours facile de l'avoir dès qu'on aura une Pendule bien réglée.

Fig. 2.

Mais si la Pendule n'étoit point réglée, si l'on ne connoissoit point de combien elle s'écarte du mouvement des Fixes, on peut encore trouver la déclinaison d'une Etoile par le simple rapport des temps qu'elle employe à traverser deux angles connus.

Soit l'angle  $NCN$  d'un de nos instruments, tel que le rayon étant  $= 1$ , la corde  $NN = a$ ; soit  $NCR$  l'autre angle tel que la corde  $NR = b$ ; & soit donné le rapport du temps par  $NN$  au temps par  $NNR$ , ou ce qui est la même chose, le rapport de l'arc  $NN$  à l'arc  $NNR$ . Le Probleme se réduit à ceci.

#### PROBLEME IV.

*Deux lignes qui doivent servir de cordes à deux arcs, & le rapport de ces arcs étant donné, trouver le cercle.*

XXXI. On pourroit résoudre ce Probleme par les Suites infinies, mais comme la solution seroit laborieuse, en voici une autre qui consiste à prendre d'abord pour le diametre du cercle qu'on cherche, quelque ligne qui n'en diffère pas beaucoup (ce qu'on peut trouver par les Tables de déclinaison des Etoiles, ou par quelque observation grossière); & à corriger ensuite ce diametre, en cherchant une quantité qui diffère très-peu de ce qu'il s'en faut que le premier diametre ne soit le véritable.

Fig. 6.

Pour cela soit ce premier diamètre  $Ab = 2r$ , la corde  $An = a$ , & la corde de son complément  $\sqrt{4rr - aa} = c$ ; la corde  $Ar = b$ , & la corde de son complément  $\sqrt{4rr - bb} = e$ ; l'arc  $An$  dont le diamètre étant  $2r$ , la corde est  $a$ ,  $= A$ ; & l'arc  $Ar$  dont le diamètre étant  $2r$ , la corde est  $b$ ,  $= B$ . Soit le véritable cercle qu'on cherche  $ANRB$ , dans lequel soient tirées du point  $A$ , les cordes  $AN = An$ ,  $AR = Ar$ ; & soient ces cordes prolongées jusqu'à ce qu'elles rencontrent le premier cercle en  $e$  & en  $f$ ; soient décrits du centre  $A$  les petits arcs  $nN$  &  $rR$ , & soit la différence du premier diamètre au véritable  $bB = e$ .

Toutes les cordes tirées du point  $A$  étant coupées semblablement par le cercle intérieur, on a  $AB : Bb :: AN : Ne$ , ou  $2r - e : e :: a : Ne = \frac{ae}{2r - e}$ ; &  $2r - e : e :: b : Rf = \frac{be}{2r - e}$ . On a aussi à cause des triangles  $nBA$ ,

$Nen$ ,  $a : 2r :: \frac{ae}{2r - e} : ne = \frac{2rae}{(2r - e) \times a}$ ; & à cause des triangles  $rBA$ ,  $Rfr$ ,  $e : 2r :: \frac{be}{2r - e} : rf = \frac{2rbe}{(2r - e) \times e}$ .

Et puisque l'arc  $AN$  doit être à l'arc  $AR$  dans un rapport donné de  $i$  à  $m$ , il faut que l'arc  $Ane$  soit à l'arc  $Arf$  dans ce même rapport, c'est-à-dire, que  $A + \frac{2rae}{a(2r - e)}$

$: B + \frac{2rbe}{e(2r - e)} :: 1 : m$ , ou  $2raA - aAe + 2rae$

$: 2r e B - eBe + 2rbe :: a : m e$ . D'où l'on tire

$2mraA - maAe + 2mrae = 2ra e B - a e Be$

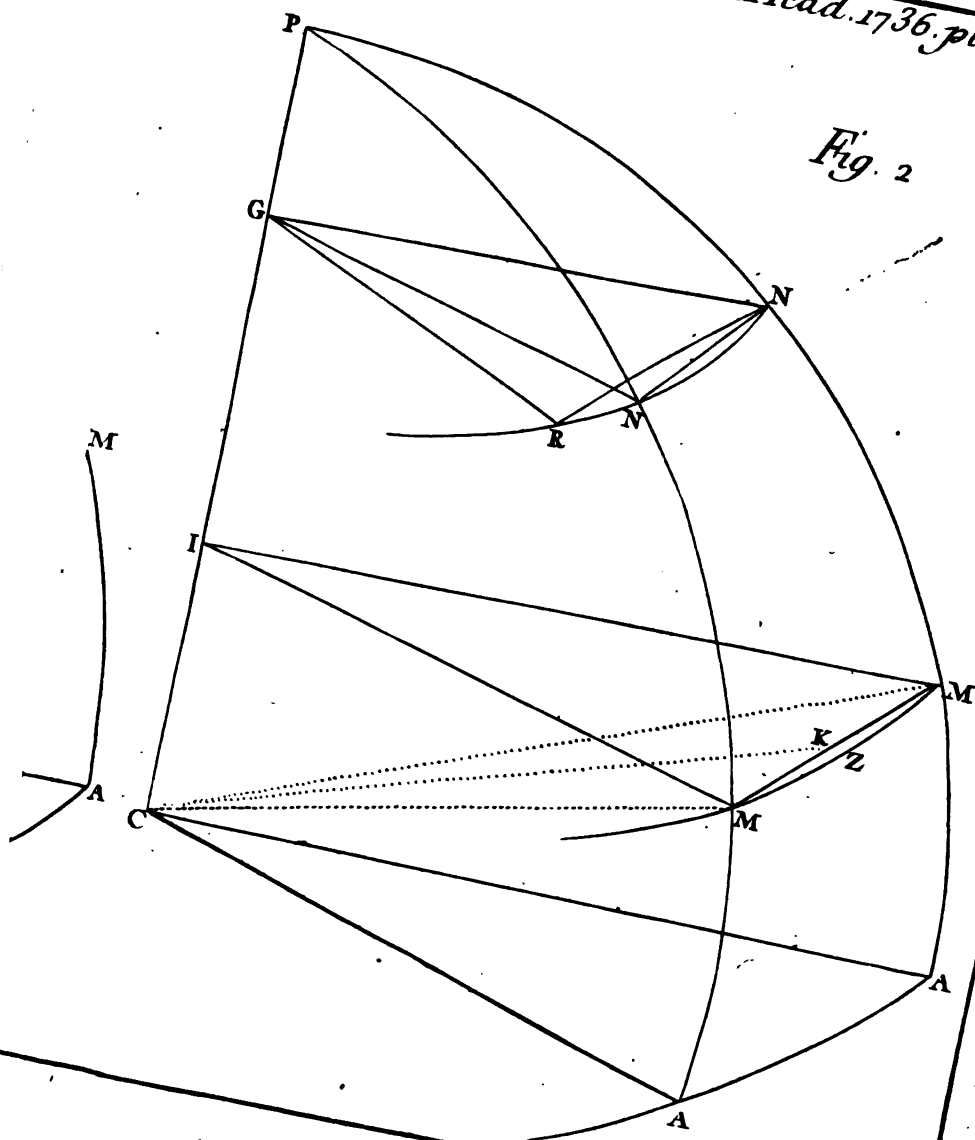
$+ 2rae$ ; & enfin  $e = \frac{2ra e B - 2mraA}{a e B - maA + 2mrae - 2raa}$   $= Bb$ ,

ou  $= \frac{ae(B - mA)}{mae - ba}$ .

On peut continuer l'approximation tant qu'on voudra, en traitant le diamètre  $AB$  comme on a fait le premier  $Ab$ , & le corrigeant de même.



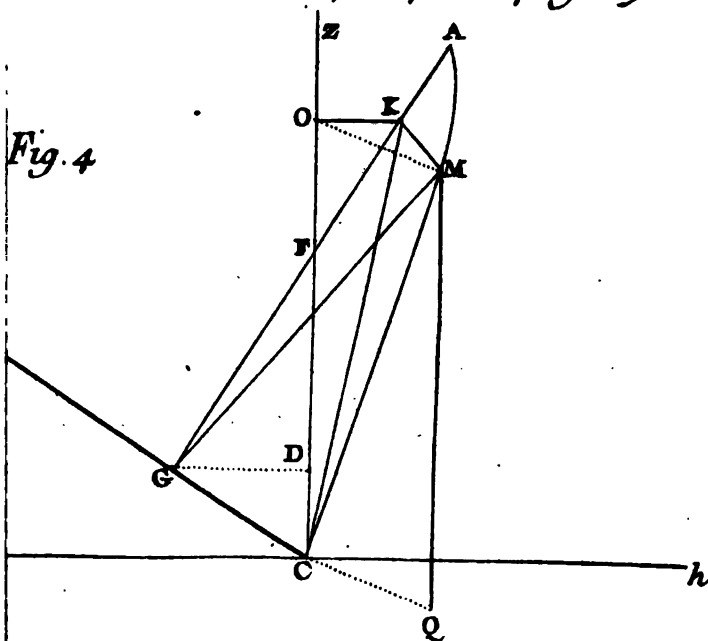
*Fig. 2*



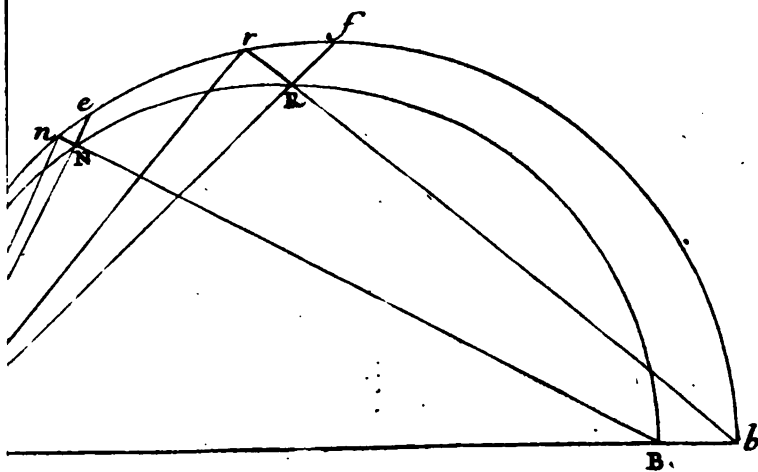
*Simonneau Sculp*



*Fig. 4*



*Fig. 6*





**SUR LES ÉTINCELLES  
PRODUITES  
PAR LE CHOC DE L'ACIER  
CONTRE UN CAILLOU.**

Par M. DE REAUMUR.

**A**PRÈS que l'Acier a été connu, on n'a pas été long-temps, selon toute apparence, à sçavoir qu'il étoit plus aisé de produire du feu, des étincelles, en le frappant contre un caillou, qu'en frappant deux cailloux l'un contre l'autre; mais ce n'est que depuis que l'usage du Microscope a été rendu familier, qu'on a sçu que les étincelles qui naissent, & qui sont détachées par le choc de l'Acier contre un caillou, sont autant de petites boules, souvent bien sphériques, d'un Acier réduit en scories. Cette observation n'a pû manquer de paroître singulière aux Physiciens, mais M. Kemp de Kerkwyk, habile Chimiste, a cru devoir réveiller leur attention, & sur-tout celle des Chimistes par rapport à ce phénomène. Il a cherché à les engager à en expliquer la cause, en leur proposant un Probleme qu'il a énoncé de la manière suivante.

19 Janvier  
1737.

**PROBLEME PROPOSE  
AUX PHYSICIENS ET AUX CHIMISTES**

Par J. R. KEMP DE KERKWKYK, demeurant à Utrecht.

*Quand on frappe l'Acier contre une pierre à fusil, on trouve que les étincelles reçues sur un papier blanc, & portées au Microscope, sont la plupart de l'Acier fondu, scorifié ou vitrifié que l'Aimant n'attire plus : Or je demande*

1.º *Lequel des deux instruments contribué à cette destruction ?*

2.<sup>o</sup> *Quelle substance est employée à cela ?*

3.<sup>o</sup> *De quelle manière cela se fait, ou doit faire ?*

4.<sup>o</sup> *Le Fer étant employé au lieu d'Acier, pourquoi ces étincelles scorifiées se présentent plus rarement, ou presque pas ?*

*Ces demandes paroissent insolubles, parce qu'on ne sauroit presque s'imaginer que le Fer, qui demande un feu violent pour se mettre en fusion, soit dans l'instant du coup, pas seulement fondu, mais tout-à-fait détruit.*

M. Musschenbroek, aussi capable que qui que ce soit de résoudre ce probleme, l'a adressé à M. du Fay pour me le remettre, en lui marquant qu'il y a plus d'un an qu'il a été envoyé à la Société Royale de Londres. On auroit souvent tort d'en croire des questions plus difficiles, parce que de très-habiles gens, à qui on les a proposées, n'en ont pas donné la solution ; il faudroit être sûr auparavant qu'ils l'ont cherchée. Quelqu'un qui est parvenu à se faire connoître par son travail, n'auroit qu'à renoncer à tout ouvrage suivi, s'il avoit la facilité de se livrer à donner tous les éclaircissements qui lui seroient demandés ; c'est un écueil contre lequel on doit être très-en-garde. J'ai pourtant crû devoir dire ce que je pense par rapport au Probleme proposé par M. Kemp, non seulement à cause de la politesse avec laquelle j'y ai été invité, mais sur-tout parce qu'il m'a semblé qu'on avoit quelque droit de l'exiger, & que j'avois donné ce droit, en publiant des recherches sur le Fer & sur l'Acier. Je vais donc le faire, au risque de ne pas répondre assés à l'attente de M.<sup>rs</sup> Musschenbroek & Kemp.

Il ne s'agit point d'expliquer ici comment le coup d'une barre d'acier, ou d'un instrument d'acier de figure convenable, contre un caillou, fait paroître du feu, comment il allume subitement la matière inflammable qui est dans l'un ou dans l'autre de ces corps, ou celle qui est dans tous les deux. De l'entreprendre, ce seroit s'engager dans une explication qui meneroit loin ; elle demanderoit qu'on examinât  
quelle



quelle est la nature du Feu ; qu'on cherchât pourquoi le frottement réciproque des corps solides les échauffe, & en échauffe quelques-uns jusqu'à les enflammer. Des Indiens obtiennent par les frottements réitérés de deux morceaux de bois dur l'un contre l'autre, le feu qui nous est donné par un seul coup subit de l'acier contre un caillou. Il faut donc supposer, sans chercher à rendre raison du *comment*, que le choc de l'acier contre un caillou donne du feu ; qu'il détache de très-petits grains d'acier qui sont embrasés ; mais ce que nous devons tâcher d'expliquer, ce qui est l'essentiel du probleme de M. Kemp, & ce qui lui semble qu'on ne sçauroit presque imaginer, *c'est comment le fer, qui demande un feu violent pour être mis en fusion, n'est pas seulement fondu dans l'instant du coup, mais est tout-à-fait détruit.* Pour parvenir à en donner l'explication, il suffira, ce me semble, d'éclaircir les quatre questions suivantes. 1.° Pourquoi dans le cas dont il s'agit, le Fer est réduit en scories. 2.° Comment il a pû y être réduit. 3.° Comment il a pû non seulement être réduit en scories, mais même être fondu, être rendu liquide. 4.° Pourquoi la collision du Caillou contre l'Acier donne plus d'étincelles que la collision du Caillou contre le Fer.

Nous connoissons assés la nature du Fer pour sçavoir qu'il contient beaucoup de matière inflammable, & qu'il n'est ductile que tant qu'il est, pour ainsi dire, imbibé d'une suffisante quantité de cette matière ; dès qu'elle lui a été enlevée, il devient cassant, friable, il est réduit en une espece de scorie analogue à une matière vitrifiée. Mais ce qu'il est important de remarquer par rapport au Probleme proposé, c'est que cette matière inflammable peut être aisément enlevée au fer qui est chauffé dans un feu ouvert, c'est-à-dire, dans un feu autour duquel l'air extérieur a un libre accès. Dans un pareil feu on ne sçauroit rendre une barre de fer chaude au point où il est nécessaire qu'elle le soit pour être soudée ou forgée aisément, sans réduire la couche extérieure de cette barre en une matière cassante, en scories. Les coups de marteau font

tomber des écailles friables de tout fer qu'on forge, après qu'il a été chauffé. Les ouvriers appellent ces écailles, & très-proprement, du *fer brûlé* ; car ce qui arrive à une grosse bûche de bois mise au feu, est une image exacte de ce qui arrive à une barre de fer exposée pareillement à l'action du feu. La première couche de la bûche est réduite en cendre, la suivante l'est en charbon, pendant que tout l'intérieur est bien bois ; de même la première couche de la barre de fer est réduite en une matière friable, la suivante a encore de la souplesse, quoique renduë plus roide qu'elle n'étoit auparavant, & tout l'intérieur est du fer non altéré.

De-là il suit que plus la pièce de fer est mince, & plus promptement elle peut être brûlée, réduite en scories. Une lame de fer qui n'auroit que l'épaisseur qu'ont ensemble les deux couches de la barre qui se détachent en écailles après que le fer en a eu une chaude, seroit elle-même réduite en entier en scories dans une seule chaude. Enfin si le morceau de fer n'est qu'un grain, & un grain d'une petitesse presque imperceptible, il ne faudra qu'un instant pour le réduire en scories, que le temps nécessaire pour le faire rougir ou blanchir, comme il ne faut qu'un instant pour réduire en cendre une fibre de cette bûche qui ne peut être consumée par le feu qu'en plusieurs heures.

Qu'il ne faille qu'un instant pour réduire un grain de fer ou d'acier en scories, c'est ce qui peut être prouvé par plusieurs expériences simples, & entr'autres par celle-ci. On engagera la tête d'une aiguille dans un petit morceau de bois qui servira de manche pour la tenir ; on mouillera un peu la pointe de cette aiguille, & on l'appliquera ensuite contre un grain de limaille d'acier extrêmement fin qui y restera collé ; on placera ensuite l'aiguille dans la flamme d'une bougie, de façon que sa pointe & environ le tiers de sa longueur en soient dehors. Dans un temps très-court la partie de l'aiguille qui est hors de la flamme, prendra couleur jusqu'à devenir rouge, & dès que la couleur sera parvenuë à la partie de l'aiguille où est le grain, ce grain lui-

même deviendra rouge ou blanc. Dès qu'on le voit rouge, ou, pour le mieux encore, dès qu'il a blanchi ou étincellé, on n'a qu'à retirer l'aiguille de la flamme de la bougie. Si on observe alors le petit grain, on lui trouvera à peu-près sa première figure, mais on le jugera plus gros, ses arrêtes seront moins vives, il paroîtra boursoufflé comme l'est tout fer brûlé ou réduit en scories. Tel est aussi son état ; qu'on fasse tomber le grain sur un papier blanc, qu'on l'y presse avec l'ongle ou avec quelque autre corps dur, on l'y mettra en poudre plus aisément qu'on n'y met un grain de charbon, il est devenu parfaitement friable.

Il est donc certain qu'il ne faut qu'un instant pour allumer la matière inflammable d'un grain de fer extrêmement petit, & qu'il ne faut qu'un instant pour que la portion de cette matière qui lui donnoit de la ductilité, lui soit enlevée ; or dès que le coup d'un morceau d'acier contre un caillou embrase les petits grains d'acier qu'il détache, il n'est donc plus surprenant que ces petits grains soient réduits en scories pendant le temps de leur chute, tout court qu'il est. Si le choc d'un morceau de bois contre un caillou détachoit & allumoit des filaments de bois, on ne seroit pas étonné que les filaments fussent réduits en cendre avant que d'être tombés à terre. Ce n'est pas trop dire, quelque paradoxe que puisse sembler la proposition, que la matière inflammable du fer peut être allumée & consumée aussi vite que celle du bois, lorsque le fer est réduit en fragments extrêmement petits ; ce n'est que lorsque le fer est en grosse masse, qu'il est difficile à brûler comme l'est en pareil cas un bloc d'un bois compact.

Nous prouverons mieux encore combien la matière inflammable du fer peut être allumée & consumée promptement, & qu'elle l'est au moins aussi promptement en certaines circonstances que celle du bois ou du charbon, en achevant d'expliquer la dernière particularité de notre phénomène. Les grains d'acier qui ont été détachés & allumés par le choc du caillou, ne sont pas simplement réduits en

scories comme les grains qui ont été chauffés au bout de l'aiguille & en dehors de la flamme, ils ont été rendus liquides jusqu'à un certain point, & assés pour pouvoir, en tombant, prendre une figure arrondie comme celle d'une boule ou d'une boule allongée. Si les grains qui sont chauffés au bout de l'aiguille, ne deviennent pas aussi liquides que ceux qui sont détachés par le caillou, c'est que quoiqu'ils soient chauffés dans un temps assés court, ils le sont plus successivement, & lentement en comparaison des autres. Ce n'est qu'au moyen de la matière inflammable que le fer peut être rendu liquide ; si toute celle qu'a chacun des grains de l'assemblage desquels une très-grosse masse de ce métal est composée, pouvoit être enflammée sur le champ, les plus grosses masses de fer pourroient être fusibles ; & ce qui fait qu'on ne peut parvenir à fondre, à rendre fluides de grosses masses de fer dans un feu ouvert, c'est que les grains les plus proches de la surface sont brûlés avant que ceux qui en sont un peu éloignés soient allumés. Mais un grain de fer extrêmement petit peut être échauffé dans un instant jusqu'au centre, la matière inflammable qui y est placée, peut être allumée presque aussi-tôt que celle qui est auprès de la surface, & avant que celle-ci ait eu le temps d'être consumée ; alors le grain contient la quantité de matière inflammable & enflammée qui suffit pour lui donner de la fluidité.

Il est même à remarquer que les grains qui ont été réduits en scories au bout de l'aiguille, & que toutes les écailles qui se détachent du fer chauffé à la forge ; que tous ces grains, dis-je, & ces écailles, s'ils n'ont pas été fondus parfaitement, ont été près de l'être, leurs arrêtes ont été abbatues & arrondies, enfin le fer s'est gonflé. Cette dernière circonstance mérite d'être remarquée, elle prouve que la matière sulphureuse s'allume dans l'intérieur du fer avec une espece de détonnation, qu'elle écarte les parties qui l'empêchent de s'échapper assés subitement ; & de-là vient que les globules qui ont été détachés de l'acier par le caillou, sont

~~creux~~ ou au moins spongieux intérieurement : les écailles que les coups de marteau font tomber d'une barre de fer chauffée à plusieurs reprises, ont un volume qui surpasse beaucoup celui de la barre.

Mais pour se convaincre de la grande facilité & de la soudaineté avec laquelle la matière inflammable du fer ou de l'acier s'allume, on n'a qu'à se rappeler l'expérience si connue de la Limaille d'acier jettée dans la flamme d'une bougie. On sçait qu'il ne faut à cette limaille que le temps de passer au travers de la flamme d'une bougie pour s'y embraser, pour étinceller & fulminer en quelque sorte. Dans une grande quantité de grains qu'on jette au travers de la flamme, il n'y en a pourtant que quelques-uns sur lesquels la flamme ait agité de prise, il n'y en a que quelques-uns qui soient suffisamment embrasés. J'ai cherché à ramasser de ceux-ci pour sçavoir si dans le temps de leur passage, aussi court que celui de la chute des étincelles de l'acier frappé contre le caillou, ils ne s'étoient pas convertis en scories, & s'ils n'avoient pas pris une figure globuleuse; la direction verticale de la flamme & la quantité des grains sur lesquels elle n'a pas agi suffisamment, font que les grains globuleux sont difficiles à recevoir sur un papier, & à trouver, mais il y a une manière plus aisée de les avoir. En soufflant dans un chalumeau, on donne une direction horizontale à la flamme d'une Lampe; sur cette flamme poussée très-doucement, j'ai fait tomber quelques grains de limaille d'acier, la flamme qui les faisoit étinceller, les dardoit sur un papier disposé pour les recevoir; je les ai observés avec une Loupe forte, & j'ai vu que le plus grand nombre des grains, & principalement des petits grains, avoit une figure sphérique, que la plupart étoient des boules comme les petits grains d'acier détachés par le caillou. Les grains qui avoient passé au travers de la flamme de la lampe, avoient été embrasés plus subitement que ceux qui étoient au bout de l'aiguille & hors de la flamme, aussi avoient-ils eu la quantité de matière inflammable nécessaire pour leur donner de la fluidité.

Quand on veut rendre liquides des morceaux de fer ou d'acier un peu gros, quand on veut les fondre il faut les mêler avec des substances propres à leur fournir de quoi réparer avec usure ce que le feu leur enlève de matière inflammable; au moyen du Soufre commun, de l'Orpiment, de l'Antimoine, de l'Arsenic, &c. on parvient sans peine à rendre le fer coulant.

Pendant que je tenois dans la flamme d'une bougie une aiguille dont la pointe chargée d'un grain de limaille étoit hors de cette flamme, j'ai quelquefois mis le feu à une allumette, & placé la flamme de cette allumette de façon que par sa pointe elle pouvoit à peine atteindre le petit grain qui commençoit à rougir; sur le champ le grain se fondoit, il s'arrondissoit, il prenoit la figure sphérique.

Il y a quinze à seize ans que je fis une espece de nouveau Phosphore de Fer, pendant que je cherchois à faire tout autre chose. C'est ici le lieu de faire connoître la composition de ce Phosphore, parce qu'elle peut fournir les éclaircissements essentiels à la solution de la 4.<sup>me</sup> question du Probleme, *Pourquoi l'Acier donne plus d'étincelles que le Fer!* Je fis fondre de l'antimoine dans un creuset; je jettai peu à-peu dans cet antimoine fondu, le double de son poids de fer réduit en feuilles minces; c'étoient des rognures de feuilles propres à être étamées, & qui ne l'avoient pas été, de ces feuilles que les ouvriers appellent du *fer noir*, par opposition au fer rendu blanc par l'étain qui s'y est attaché. Cette quantité de fer fut très-bien fonduë au moyen de l'antimoine; le mélange des deux matières devint un tout très-fluide; il fut jetté dans un moule propre à donner une figure cylindrique au lingot. Quand ce lingot fut refroidi, & tiré du moule, je le fis serrer dans un étau, & je lui fis donner quelques coups d'une grosse lime. Un de mes objets dans cette expérience avoit été d'avoir du fer qui, après avoir été fondu & jetté en moule, fût limable; la lime agissoit avec succès sur le lingot comme je m'y étois attendu: mais ce que je vis, & ce que je ne m'étois avisé d'attendre, c'est que

les grains de limaille qui étoient détachés, étoient tous des étincelles. Je me faisois un plaisir de faire donner de grands coups d'une lime rude sur ce lingot, parce que chaque coup faisoit paroître une gerbe d'étincelles, & une gerbe d'autant mieux fournie, que le coup avoit emporté plus de grains de limaille.

S'il y a quelque espece de Phosphore durable, c'est assurément celle-ci. J'ai essayé depuis peu de jours un des lingots moulés il y a quinze à seize ans, il donne encore actuellement beaucoup d'étincelles, peut-être pourtant en donne-t-il un peu moins qu'il n'en a donné.

Au reste, les grains qu'une grosse lime détache d'un lingot de métal sur lequel elle mord assés aisément, doivent être beaucoup plus gros que ceux qui sont détachés par le fusil battu contre un caillou ; les étincelles données par notre Phosphore de fer sont aussi beaucoup plus grosses que celles que le caillou détache de l'acier. Il y en a des premières qui mettent le feu au papier sur lequel elles tombent, qui y font d'assés grands trous ; la même étincelle y en fait quelquefois deux ou trois lorsqu'elle rejaillit de l'endroit où elle étoit tombée, & lorsque de celui où elle touche le papier pour la seconde fois, elle saute encore pour aller rester à demeure dans un autre endroit.

Mais pour revenir à ce qui a plus de rapport à notre objet, les parcelles que la lime emporte de cette espece de fer, quoique considérablement plus grosses que celles que le caillou détache de l'acier, ne sont pas seulement enflammées comme les autres, elles sont aussi parfaitement, & plus parfaitement fonduës ; aussi sont-elles bien plus chargées de matière sulphureuse & propre à s'enflammer. Si on examine les grains après qu'ils sont éteints, on voit qu'ils ont presque tous des figures arrondies & à peu-près sphériques ; je dis presque tous, pour avoir occasion d'avertir qu'on doit dire la même chose des étincelles produites par le choc de l'acier contre un caillou : si on remarque à peu-près le nombre de celles qu'on aura fait tomber sur un papier, on aura beau-

chercher, on ne trouvera pas un nombre égal de globules; entre les grains on en verra qui n'auront pas été arrondis.

Si l'on a envie d'avoir un prodigieux nombre de globules bien arrondis & bien luisants, on liniera doucement notre Phosphore de fer, en y allant doucement, & en se servant d'une lime fine, on peut en détacher de la poudre sans l'enflammer; qu'on jette ensuite cette poudre sur la flamme d'une lampe dirigée horizontalement, le papier qui recevra les étincelles dardées par cette flamme, sera dans un instant rempli d'un millier de petits globules bien ronds & bien polis.

Enfin tout ce que nous avons dit jusqu'ici, met en état de satisfaire à la dernière des questions de M. Kemp, d'expliquer *pourquoi l'Acier frappé contre un caillou, donne plus d'étincelles que du Fer frappé avec la même force contre le même caillou!* La différence de dureté en fourniroit seule une cause, l'acier lui-même non trempé ne seroit pas frappé avec autant de succès que l'acier trempé; le feu est allumé par le coup; plus le coup est subit, & ce qui contribué à le rendre tel, plus le corps qui le donne est dur, & plus le mouvement imprimé aux parties détachées est propre à les embraser. Mais à dureté égale, l'acier a encore sur le fer un avantage du genre de celui qu'a notre fer allié à l'antimoine sur le fer ordinaire, il a plus de matière inflammable, & plus également distribuée, il peut donc être plus subitement, plus également & plus intimement embrasé.

On peut même soupçonner avec beaucoup de vraisemblance, que le caillou ne contribué pas seulement par sa dureté à la production des étincelles, qu'il contribué de plus à les mettre en fusion par le soufre que le choc l'oblige de fournir. L'odeur de soufre que la cassure de tout caillou fait sentir, l'odeur de soufre encore plus forte que l'on trouve lorsqu'on approche du nés les endroits de deux cailloux qui ont été frappés l'un contre l'autre, est très-favorable à cette idée. On peut de même penser que dans le choc de deux aciers l'un contre l'autre, les grains devenus étincelles sont pénétrés



pénétrés du soufre que le choc a fait sortir des parties des environs.

Il semble y avoir une manière de décider si le caillou contribué par son soufre à la fusion des étincelles ; le fer frappé contre du verre donne aussi des étincelles , il ne s'agit que d'examiner si ces dernières sont globuleuses, ou si elles sont seulement des scories de figure irrégulière ; je n'en ai trouvé que de ces dernières ; mais comme il n'est pas aussi aisé d'avoir des étincelles par le moyen du verre que par le moyen du caillou , je n'en ai pas pu examiner un aussi grand nombre à mon gré , & je n'oserois assurer qu'il n'y en ait pas de globuleuses, quoique je n'en aye pu voir de telles. Le Cristal de roche & des cailloux aussi blancs que le plus beau cristal , battus par un fusil d'acier, jettent beaucoup d'étincelles qui sont bien sphériques.

On s'attendroit peut-être que notre fer chargé d'antimoine, qui donne tant & de si grosses étincelles lorsqu'on passe dessus une lime rude, devrait donner beaucoup plus de feu lorsqu'on le frappe avec un caillou, que l'acier n'en donne en pareil cas ; cependant le coup d'un caillou ne tire pas plus d'étincelles de ce fer , & même il en tire moins que de l'acier. Ce fer est moins dur, la plupart des grains cedent trop aisément au coup pour qu'ils puissent être embrasés ; mais la lime fait souffrir à ces grains un plus long frottement qui produit ce qui pourroit l'être par plus de résistance au coup. Si on avoit envie d'avoir un acier qui, battu contre le caillou, donnât des étincelles en plus grande abondance que n'en donnent les aciers ordinaires, il y a apparence qu'on y parviendroit, en alliant l'acier avec l'antimoine dans une certaine proportion, qui pourroit être telle que l'acier allié n'en seroit pas moins dur, ou seroit même plus dur que l'acier ordinaire. Il ne seroit peut-être pas difficile d'imaginer de faire usage du fer même allié avec l'antimoine dans la proportion que nous avons déterminée, pour en tirer du feu plus commodément qu'on n'en tire d'un fusil battu contre un caillou ; on pourroit trouver moyen de le disposer dans

une petite machine qui mettroit en état de faire passer dessus une lime avec rapidité.

Il arrive apparemment quelquefois que pendant que les grains de fer sont mis en fusion, & réduits en globules friables, il arrive, dis-je, apparemment que ces grains de fer perdent la propriété d'être attirés par l'Aimant, puisque M. Kemp le suppose comme certain; il faut cependant que le cas soit rare, & même très-rare. J'ai présenté depuis quelques jours la Pierre d'Aimant aux petits globules produits par le choc de différents Fers & de différents Aciers contre des cailloux, aux globules venus de limaille d'acier qui avoit passé par la flamme d'une lampe, aux globules de la limaille qui avoit été détachée d'un fer allié avec l'antimoine, & aux globules de cette limaille sur lesquels le feu de la lampe avoit agi pendant un instant, & tous ces globules ont été aussi bien attirés par l'Aimant que l'est la plus parfaite limaille de fer ou d'acier.

Résumons à présent une solution qui eût été beaucoup plus courte, si nous n'eussions crû devoir rappeler les principes sur lesquels elle est fondée, en faveur de ceux à qui ils ne sont pas familiers. Le fer & l'acier sont pénétrés d'une matière inflammable à laquelle ils doivent leur ductilité; dès qu'ils l'ont perdue, ils deviennent friables, ils sont réduits en scories. Il ne faut qu'un instant pour allumer la matière inflammable des grains de fer & d'acier très-petits, peut-être moins ou aussi peu de temps qu'il en faut pour allumer des grains de scieûre de bois. Si la matière inflammable d'un petit grain d'acier est allumée assés subitement, si elle est toute allumée presque à la fois, elle suffit pour mettre le grain en fusion. Les petits grains d'acier détachés par le caillou sont ainsi embrasés soudainement. Le caillou lui-même aide peut-être par la matière sulfureuse qu'il fournit dans l'instant du choc à celle qui est propre au grain d'acier. Ce grain rendu liquide, s'arrondit pendant sa chute, il devient une petite boule, mais une boule creuse ou spongieuse & de matière friable, parce que la matière huileuse ou inflammable a été

brûlée, & brûlée avec éruption; ce temps suffit pour brûler celle d'un grain qui est dans l'air libre. Enfin l'acier plus dur que le fer, imbibé d'une plus grande quantité de matière inflammable, & mieux distribuée, doit donner plus d'étincelles lorsqu'il est frappé contre un caillou, que le fer n'en donne. Le Fer & l'Acier étant bien connus, il n'est donc pas plus singulier que les petits grains de l'un & de l'autre soient subitement fondus & réduits en scories friables, qu'il l'est que les grains fins de scieûre de bois qu'on fait passer au travers de la flamme d'une lampe, soient convertis en cendre ou en charbon pendant le temps de leur chute; les grains de différentes especes de bois nous donnent même une image des différences qui se peuvent trouver entre les grains de Fer & ceux d'Acier.

O B S E R V A T I O N  
D U  
PASSAGE DE MERCURE SUR LE SOLEIL,  
Du 11 Novembre 1736.  
*Faite à l'Observatoire Royal de Paris.*

Par M. CASSINI DE THURY.

1 Février  
1737.

**M**ERCURE étant de toutes les Planetes celle dont le mouvement est le plus difficile à déterminer, parce qu'il est presque toujours caché par les rayons du Soleil, les Astronomes ont été très-attentifs à observer ses conjonctions écliptiques avec le Soleil, dont le mouvement est le plus exactement connu, & par conséquent le plus propre à déterminer celui de Mercure dans le Ciel.

Gassendi a été le premier qui ait observé en 1631 Mercure sur le Soleil, & ce n'est que depuis ce temps qu'on peut se flatter d'avoir des Observations exactes de cette Planete, & de connoître un peu exactement les regles de son mouvement; & on les auroit perfectionnées davantage si toutes les Observations eussent été faites dans les circonstances les plus favorables pour déterminer exactement le cours de cette Planete; mais de huit conjonctions observées jusqu'à présent, nous n'en avons que deux qui ayent eu toutes ces conditions requises; sçavoir, celle qui a été observée par M. Halley dans l'Isle S.<sup>te</sup> Helene, où il vit le commencement de l'entrée de Mercure sur le disque du Soleil, & sa sortie, & celle du 11 Novembre de cette année dont nous allons faire le rapport.

Nous n'entrerons point ici dans le détail de toutes les autres Observations faites par différents Astronomes & en différents pays, & nous n'insisterons point sur les avantages & les méthodes dont l'on en peut déduire tous les éléments

nécessaires pour la théorie de cette Planete, cela a été expliqué au long dans les Mémoires de l'Académie, ainsi je ne donnerai ici que le résultat de mes Observations, après avoir fait quelques réflexions sur les différentes méthodes que l'on a employées pour l'observation du dernier passage de Mercure sur le Soleil faite à Paris.

Feu M. Maraldi & mon Pere firent cette observation par le moyen d'une Lunette placée sur une Machine parallactique, & qui a, comme l'on sçait, cette propriété, qu'ayant placé un Astre dans la Lunette de manière qu'il suive exactement le fil parallele, le mouvement que l'on donne ensuite à la Lunette, ne dérange point l'Astre du fil, ce qui rend les observations faciles & exactes. Cette méthode est sujette aux Réfractions & à la Parallaxe dont il faut tenir compte pour placer exactement dans le disque du Soleil la Planete de Mercure.

Feu mon grand Pere & M. Maraldi avoient pratiqué une autre méthode dans l'observation du passage de Mercure dans le disque du Soleil de l'année 1697, qui consistoit à faire passer tout le disque du Soleil par le fil vertical & horizontal d'un Quart-de-cercle, & d'observer le temps du passage de Mercure & des bords du Soleil par les fils. Cette méthode n'est point sujette aux réfractions ordinaires, mais elle demande plus de travail pour être mise en usage, & ne donne point une égale précision lorsque le parallele que suit le Soleil est peu incliné à l'égard du fil horizontal, parce qu'il est alors difficile de discerner le moment que le bord du Soleil touche ce fil : ce qui est si reconnu des Astronomes, que lorsqu'ils prennent des hauteurs correspondantes avant & après midi, pour régler les Pendules, ils ont soin de faire leurs observations deux ou trois heures avant & après midi, temps auquel le parallele du Soleil est incliné sensiblement à l'égard du fil horizontal.

M. Delisle n'a pratiqué qu'en partie, dans l'Observation de 1723, la méthode de mon grand Pere, s'étant contenté de prendre le passage d'un des bords du Soleil & de Mercure

par le seul fil horizontal, afin d'avoir un plus grand nombre d'observations, & il a suppléé au reste par des calculs très-longes qui supposent un grand nombre d'éléments connus, tel que la grandeur exacte du diamètre du Soleil, sa déclinaison, l'obliquité de l'Ecliptique & la hauteur du Pole. Outre l'erreur qui peut provenir de ces différents éléments sur lesquels les Astronomes ne s'accordent pas tous précisément, il y a encore celle qui peut venir de la situation des fils de son Quart-de-cercle, car s'il n'est pas exactement horizontal, la hauteur de Mercure sera différente de celle du bord du Soleil, parce qu'ils rencontrent ce fil en différents endroits. Or il est très-difficile de s'assurer que ce fil soit exactement horizontal, quelque précaution que l'on prenne; & cela est si connu des Astronomes, qu'ils ont grand soin de prendre des hauteurs près du centre de la Lunette, & au même endroit, pour éviter les erreurs qui pourroient provenir de l'obliquité de ce fil s'il n'étoit pas exactement parallèle à l'horizon; mais quand même on pourroit s'assurer que ce fil eût été placé dans une situation horizontale, il faudroit encore que le limbe du Quart-de-cercle se conservât toujours dans une situation verticale dans toutes les observations qui ont été faites, sans être dérangé dans les différentes positions qu'on a données au Quart-de-cercle, ou qu'on ait eu soin de l'entretenir toujours dans cette situation, ce qui demande beaucoup de temps & d'attention.

Il y a encore une autre source d'erreur dans cette méthode, qui provient de ce qu'un fil, quoique horizontal, ne doit pas paroître à la même hauteur au centre de la Lunette & à son extrémité par un effet d'optique, que mon Pere a expliqué au long dans le Traité de la grandeur & de la figure de la Terre (*page 225*). D'où il suit que le bord du Soleil passant par le fil horizontal vers le centre de la Lunette du Quart-de-cercle supposé immobile, sa hauteur n'est pas la même que celle de Mercure qui passe par le même fil vers le bord, & c'est à quoi M. Delisle n'a pas eu égard, & dont on ne peut tenir compte qu'en marquant les lieux où le bord

du Soleil & de Mercure ont touché ces fils, y ayant des cas où la hauteur de la Planete sera réellement plus petite que celle du Soleil, & d'autres où elle sera plus grande.

Il paroîtroit donc que pour éviter l'embarras de tous les calculs, & parvenir à une plus grande précision, il seroit à propos de faire un plus petit nombre, en suivant la méthode qui a été pratiquée par feu mon grand Pere & M. Maraldi dans l'Observation de 1697 : cependant comme M. Maraldi & mon Pere se proposoient encore de la suivre dans cette dernière observation, j'y ai employé celle de M. Delisle, qui me paroïsoit avantageuse, en ce que le Soleil approchant toujours du Méridien, & par conséquent sa variation sur le vertical ne devenant plus assés sensible, je n'aurois pû faire que fort peu d'observations, si j'avois attendu le passage de tout le disque du Soleil par les fils de la Lunette, joint à ce que la pratique de ces différentes méthodes nous donneroit lieu de déterminer la route de Mercure par des voyes différentes.

Il paroîtra peut-être extraordinaire, que de trois méthodes dont j'ai fait ici mention, j'aye choisi précisément celle que j'ai trouvée sujette à plus d'inconvénients ; mais il me sembleroit plutôt qu'il seroit à souhaiter que les Astronomes ne proposassent & même n'adoptassent aucune méthode sans en avoir fait sentir, pour ainsi dire, le fort & le foible ; souvent même une méthode qui dans la théorie ne paroîtroit susceptible d'aucune erreur, est moins préférable à une autre, qui, quoique moins exacte dans la théorie, donne une plus grande précision dans la pratique ; cela dépend des cas & des circonstances où on les employe, & en général, en fait d'Astronomie comme dans la Géométrie, ce qui ne differe que de fort peu est censé ne différer pas, mais cependant la rigueur de la Géométrie & l'exactitude de l'Astronomie exigent qu'on en soit averti.

Enfin ce n'a pas été l'envie de contredire à M. Delisle, qui m'a conduit à toutes ces recherches, car je n'ai rien avancé qu'il ne reconnoisse lui-même ; il convient que sa

méthode n'a nul autre avantage sur celle de mon grand Pere que d'aller à l'épargne du temps, & que l'on pourroit tomber dans quelques erreurs si les fils du Quart-de-cercle que l'on employe, & le Quart-de-cercle même, n'étoit point exactement vertical. Il ne parle pas de la seconde source d'erreur, quoique réellement dans de certains cas (comme dans ceux où M. Delisle a employé cette méthode) elle soit fort petite, comme lorsque Mercure est fort proche des bords du Soleil, & que par conséquent l'intervalle entre les points d'un même fil touché tant par les bords du Soleil que par Mercure, n'est pas considérable.

J'ai donc eu une très-grande attention de vérifier la position des fils d'un Quart-de-cercle de deux pieds seulement, dont je comptois me servir pour faire mon observation, & je l'ai préféré à un d'un plus grand rayon, parce que la Lunette fixe étoit garnie d'un Micrometre, de sorte que par le moyen des deux fils placés horizontalement, & distants l'un de l'autre de quelques tours de vis, je pouvois multiplier mon observation des différences du passage de Mercure & du Soleil par le même fil horizontal; je m'étois aussi appliqué à observer les jours précédents plusieurs Taches qui paroissent alors sur le disque du Soleil, & de déterminer leur situation, au cas que quelques-unes se trouvaient dans la direction de la route que Mercure devoit parcourir, & pour ne le pas confondre avec elles au cas qu'il ne parût que par intervalles; mais heureusement toutes ces précautions ont été inutiles, & le temps a été des plus favorables pour faire cette observation.

Comme Mercure devoit paroître fort petit avec une Lunette de 2 pieds, telle que celle de mon Quart-de-cercle, je me suis servi d'une Lunette de 14 pieds pour pouvoir mieux distinguer l'instant de son entrée sur le disque du Soleil.

A  $9^h 32' 45''$  je l'ai apperçû formant déjà une petite échancrûre sur le bord oriental du Soleil.

A  $9^h 35' 10''$  Mercure étoit entièrement entré, & son bord oriental rasoit celui du Soleil.

Je me



Je me suis ensuite appliqué à comparer Mercure & le bord oriental du Soleil aux fils de mon Quart-de-cercle, & j'ai suivi Mercure jusqu'à 11 heures, parce que, comme je l'ai déjà dit, le Soleil & Mercure approchant du Méridien, leur variation sur le vertical ne devenoit plus assés sensible, & la méthode que j'employe, qui est presque toute fondée sur le temps, auroit été en ce cas plus susceptible d'erreur que toute autre ; j'ai même marqué dans cet intervalle les hauteurs apparentes de Mercure & du Soleil, non pas que je prétendisse en déduire leur hauteur véritable, mais j'étois bien aise de m'assurer de la précision de mes observations, en comparant la hauteur déduite par le temps avec celle que j'avois déterminée par observation, & c'est la méthode que l'on employe ordinairement pour en déduire la réfraction.

J'ai ensuite attendu le passage de Mercure au Méridien, qui est une circonstance très-favorable pour déterminer pour cet instant la longitude & la latitude de Mercure ; enfin j'ai déterminé l'instant que le bord de Mercure rasoit le bord occidental du Soleil à  $12^h 15' 18''$ , & sa sortie totale à  $12^h 18' 18''$ .

Pour faire usage de ces observations, & déterminer toutes les circonstances de ce passage, telles que le temps de la conjonction, la latitude apparente de Mercure pour ce temps, l'inclinaison de son orbite & le lieu du nœud ; j'ai choisi la première observation que j'ai faite, & en même temps la plus éloignée de celle du Méridien avec laquelle je me suis proposé de comparer toutes les autres.

A  $9^h 50' 53''$  Mercure a touché le fil vertical, & à  $9^h 51' 53''$  il répondoit au fil horizontal, ayant déterminé par l'instant que le bord oriental du Soleil a répondu aux mêmes fils, l'azimuth du Soleil & sa distance au Zénit, il m'a été facile d'en déduire l'azimuth de Mercure & sa hauteur véritable sur l'horison, d'où j'ai déterminé sa différence d'ascension droite & de déclinaison à l'égard du Soleil, sa longitude de  $19^\circ 28' 30''$  m, sa latitude de  $13' 5''$ , la longitude du Soleil étoit alors selon les Tables de mon Pere, à  $19^\circ 19'$

59" m, ce qui donne la différence de longitude de Mercure au Soleil de 8' 31".

Comparant cette détermination avec celle du passage de Mercure au Méridien, qui est arrivé à 12<sup>h</sup> 0'  $\frac{3}{4}$ ", c'est-à-dire, près d'une seconde après le centre du Soleil, l'on trouve la longitude de Mercure de 19° 21' 30", & sa latitude de 14' 56", la longitude du Soleil étoit alors de 19° 25' 26" m, d'où l'on trouve la différence de longitude de Mercure au Soleil de 3' 56".

Pour représenter par ces deux seules Observations la route de Mercure sur le Soleil ; soit *AF* l'Ecliptique, *DL* la corde que Mercure a parcourüe, prolongée jusqu'à ce qu'elle rencontre l'Ecliptique en *N*, *CP* un cercle de latitude qui passe par le centre du Soleil, il est évident que *CS* représentera la latitude de Mercure au moment de la conjonction, l'angle *CNS* l'inclinaison apparente de son orbite, & le point *N* le lieu de son nœud.

Si l'on imagine présentement les deux points de la route de Mercure déterminés par observations, représentés par les lettres *B* & *L*, d'où l'on abaisse les perpendiculaires *BK*, *LE*, sur l'Ecliptique, ces lignes représenteront la latitude de Mercure au moment des deux observations ; & si des points *B* & *C* l'on abaisse sur *LE* les perpendiculaires *BO* *CQ* ; *BC* représentera la somme des différences de longitude de Mercure au Soleil, *OL* la différence de latitude de Mercure au point *B* & au point *L*, & *LQ* la différence de latitude de Mercure au point *L* & au point *C*, lieu de la conjonction. Faisant donc, comme *BO* est à *OL*, ainsi *CQ* est à *QL*, l'on trouvera *CS* & l'angle *LBø* de l'inclinaison de l'orbite de Mercure à l'égard de l'Ecliptique ; l'on déterminera aussi, en supposant tout le Triangle *CNS* rectiligne, le côté *CN* distance de Mercure à son nœud.

Voici la méthode que M. Delisle a suivie pour réduire son observation de 1723, & qui étoit fort bonne alors, parce que Mercure n'étoit guères éloigné de son nœud, & que par conséquent *CN* pouvoit être regardée comme une ligne

droite; mais comme Mercure, dans ce dernier passage, étoit éloigné de son nœud de plus de 4 degrés, j'ai cru qu'il seroit nécessaire d'y avoir égard, & j'ai pratiqué une méthode qui abbrege de beaucoup le calcul de M. Delisle, car déterminant directement par mon observation la différence d'ascension droite & de déclinaison entre Mercure & le Soleil, je n'ai pas eu besoin de calculer la longitude de Mercure & sa latitude non plus que celle du Soleil pour tous les temps de mes observations.

Pour cet effet, j'ai cherché les distances de Mercure au centre du Soleil pour le moment de chaque observation, où l'on remarquera que dans le cas présent, c'est-à-dire, par la circonstance de l'observation de Mercure au Méridien où il est arrivé presque dans le même temps que le centre du Soleil, la déclinaison déduite de sa hauteur méridienne observée, donne sans aucun calcul sa distance au centre du Soleil, il ne reste donc plus qu'à chercher les différentes distances de Mercure au Soleil pour les différents temps d'observations pour lesquelles je suppose que l'on connoisse les différences d'ascensions droites & des déclinaisons de Mercure & du Soleil.

Si l'on trace sur le disque du Soleil son parallèle  $Sy$ , & que du point  $B$  l'on abaisse  $Bb$  perpendiculaire sur  $Sy$  & parallèle à  $LS$ ,  $Sb$  sera égale à la différence d'ascension droite, &  $Bb$  à la différence de déclinaison de Mercure & du Soleil, l'on déterminera donc l'angle  $BSb$  & la distance  $BS$  de Mercure au Soleil.

Si l'on considère présentement le Triangle  $BSL$ , dont les deux côtés  $BS$  &  $SL$  sont connus, & l'angle compris  $BSL$  complément de l'angle  $BSb$  ci-dessus déterminé, l'on trouvera les angles  $LBS$  &  $BLS$ ; & dans le Triangle  $CLS$  dont l'angle  $CLS$  est connu, aussi-bien que l'angle  $CSL$  inclinaison du cercle de latitude avec le Méridien, l'on aura le côté  $CS$  & l'angle  $LCS$ , ou son supplément  $NCS$ , & dans le Triangle sphérique  $CSN$  rectangle en  $S$ , dont le côté  $CS$  est connu, & l'angle  $NCS$ , l'on aura

l'angle  $CNS$  qui mesure l'inclinaison apparente de l'orbite de Mercure à l'égard de l'Ecliptique, & la distance  $CN$  de Mercure à son nœud au moment de la conjonction.

C'est sur ce fondement, & en prenant un milieu entre mes observations, que j'ai trouvé la latitude de Mercure au moment de la conjonction de  $14' 15''$ , l'inclinaison apparente de son orbite de  $8^{\circ} 28' 30''$ , la corde que Mercure a parcourüe sur le Soleil de  $16' 20''$ , le temps de la conjonction à  $11^h 16' 50''$ , son mouvement horaire de  $5' 55''$ .

Après avoir déterminé la différence de longitude du Soleil & de Mercure vû de la Terre, j'ai cherché cette même distance vüe du Soleil par le rapport connu des distances de Mercure au Soleil & à la Terre, que j'ai trouvé, selon les Tables de mon Pere, dans le rapport de ces deux nombres  $31137$  &  $67730$ , d'où j'ai déduit l'inclinaison véritable de l'orbite de Mercure de  $7^{\circ} 5'$ , & le lieu de son nœud à  $15^{\circ} 16' m$ . M. Delisle l'avoit déterminé en  $1723$  à  $15^{\circ} 5' \frac{1}{2}$  du même signe, ce qui donneroit le mouvement annuel du nœud de 5 secondes, comme il résulte des observations anciennes comparées avec les modernes.

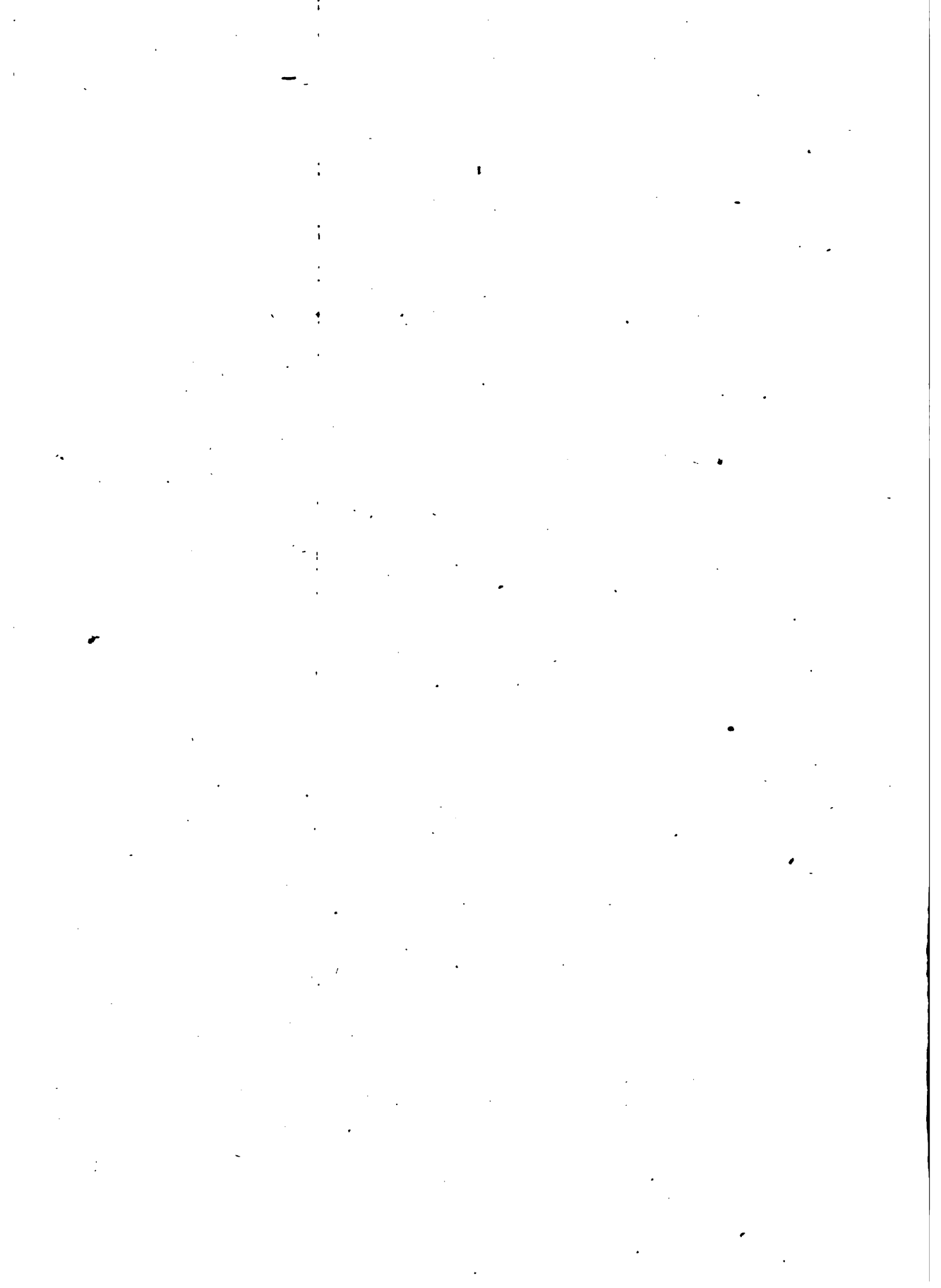
Nous avons aussi déterminé la grandeur du diametre de Mercure par le temps qu'il a employé à traverser le disque du Soleil. Ce temps a été trouvé de  $2^h 43' 4''$ , d'où l'on trouve le diametre de Mercure vû du Soleil de  $8' 30''$ .

Nous ne donnerons point ici le détail des calculs & des autres observations que j'ai faites, il me suffira de faire remarquer qu'elles m'ont donné des résultats si peu différents, qu'on pourroit fort bien les attribuer aux erreurs qui peuvent s'être glissées dans les observations.

Outre que ces sortes d'observations contribuent beaucoup à perfectionner la théorie de cette Planete, elles servent aussi à déterminer la différence des Méridiens entre les lieux de la Terre où cette observation aura été faite.

M. du Hamel m'ayant communiqué l'observation de ce passage, faite à Lyon par le P. Duclos, Jésuite, je l'ai comparée avec celle que j'ai faite à Paris.





A 12<sup>h</sup> 26' 35" Mercure étoit sorti à Lyon, du disque du Soleil, il est sorti à Paris à 12<sup>h</sup> 18' 18", ce qui donne la différence de Méridiens entre Paris & Lyon de 8' 17". Elle résulte des observations anciennes de 9' 39" avec une différence de 1' 22"; mais comme ce Pere n'a pas marqué la grandeur de la Lunette qu'il a employée pour faire cette observation, il seroit difficile de décider à qui donner la préférence.

J'ai aussi comparé quelques phases de la dernière Éclipse de Lune observée à Lyon par le même Pere, avec celles que mon Pere a observées à Paris, & par cette comparaison j'ai trouvé la différence des Méridiens entre Paris & Lyon de 8' 54", ce qui donneroit presque un milieu entre les deux déterminations différentes.

# QUATRIEME MEMOIRE SUR L'ANTIMOINE.

*Nouveau Phosphore détonnant fait avec ce Minéral.*

Par M. GEOFFROY.

23 Février.  
1737.

**J**E me suis engagé, dans le Mémoire que je lus l'année dernière sur le Kermès, de chercher quelle seroit la quantité de Soufre commun ou brûlant que contiennent les différents Antimoines qu'on trouve communément à Paris, & de déterminer en même temps la quantité de Régule pur qu'on peut espérer de ce minéral, en le travaillant avec moins de perte que par les procédés ordinaires.

C'est ce dont il est question dans ce Mémoire ; & afin qu'on soit instruit d'avance de ce que j'ai dessein d'éclaircir, voici quel est mon objet.

1.<sup>o</sup> De réduire l'Antimoine en une Chaux autant désulfurée qu'elle le puisse être, afin de sçavoir, par la diminution du poids, ce qu'il s'est évaporé de Soufre, j'entends de Soufre brûlant.

2.<sup>o</sup> De faire voir que toute Chaux d'Antimoine, bien privée du Soufre brûlant, n'est presque que du Régule, & que ce qui ne l'est pas, est une terre qu'on peut regarder comme étrangère à ce minéral ; que c'est un reste de gangue dont il n'a pas été exactement séparé dans les fourneaux de fabrique.

3.<sup>o</sup> De donner un moyen de retirer de l'Antimoine, quel qu'il soit, beaucoup plus de Régule qu'on n'en retire par le procédé célébré par M. Stahl & par ses Compilateurs.

4.<sup>o</sup> Enfin, d'enseigner à purifier le Régule sans addition de Sels, & avec peu de perte.

Tout cela suppose des détails, mais ces détails seront



accompagnés d'observations qui les rendront plus supportables. Quoique les moyens, dont je me suis servi, ne soient pas propres à ceux qui font ces sortes d'opérations en grand, à ceux qui n'ont en vûë que d'opérer vite & avec profit ; d'autres, qui préfèrent l'exaëtitude à ces vûës, me sçauront peut-être quelque gré de mon travail.

Nous trouvons communément ici trois sortes d'Antimoine. Une de l'ancienne Mine d'Auvergne : tel qu'on l'y travailloit autrefois, il étoit si sale & si peu dépuré, qu'il ne pouvoit servir qu'à des préparations grossières ; il étoit presque impossible d'en faire le Diaphorétique. On l'a abandonné pour celui de la nouvelle fabrique, qui peut disputer de pureté avec l'Antimoine de Hongrie le mieux choisi. Si les entrepreneurs qui exploitent cette Mine, continuent de le fournir aussi beau que celui sur lequel j'ai travaillé, & si la Mine est abondante, il est presque sûr qu'on pourra se passer de celui de Hongrie ; ce qui sera un avantage de quelque considération pour le Royaume.

Les Auteurs, qui ont le mieux traité de l'Antimoine, disent la plupart que ce minéral doit fournir environ la moitié de son poids de matière réguline ; mais on en peut retirer beaucoup plus. Je le prouverai dans la suite de ce Mémoire, en décrivant les différentes manières qui m'ont le mieux réussi à rassembler cette partie réguline de l'Antimoine en une seule masse.

C'est en essayant la réduction de diverses préparations d'Antimoine, que le hazard m'a indiqué un nouveau Phosphore, une préparation d'Antimoine fulminante avec bruit & explosion, aussi-tôt que l'air la touche, & dont j'ai répété l'opération plusieurs fois de suite, toujours avec le même succès. Je la crois neuve, & je la donnerai comme telle à la fin du Mémoire.

En suivant l'ordre du travail dont on a vû ci-devant le précis, je commence par la calcination de l'Antimoine. Je n'ai autre chose à adjoûter à la manière ordinaire de le calciner, si ce n'est que j'ai observé que plus la poudre de ce

minéral est fine, mieux le Soufre commun s'en évapore : il n'est pas difficile d'en trouver la raison. C'est en cet état que je l'ai toujours employé. Comme j'avois à comparer & le poids & la couleur des Chaux de différents Antimoine, il falloit fixer un temps égal à chaque calcination d'une égale quantité de chacun de ces Antimoine.

Par expérience, le temps de 10 heures est celui qui m'a paru le mieux convenir pour la calcination parfaite de 12 onces de ce minéral pulvérisé. La mesure du feu n'a pas été si aisée ; mais enfin j'ai approché, le plus qu'il m'a été possible, de l'égalité, en me servant à chaque calcination du même vaisseau, du même fourneau, de la même quantité de charbon, & du même Artiste, qui ne cessoit pas d'agiter la poudre d'Antimoine pour empêcher qu'elle ne se grumelât.

Il est bon de faire observer ici que les vapeurs de l'Antimoine ne sont pas si dangereuses que bien des gens se l'imaginent, & qu'elles le seroient en effet s'il contenoit un Soufre arsénical, comme la plupart des Chimistes d'Allemagne le prétendent, puisque la personne que j'ay employée à ce travail, a fait presque de suite plus de soixante calcinations de 12 onces d'Antimoine chacune, sans qu'elle en ait ressenti la moindre incommodité : cependant la cheminée sous laquelle le fourneau étoit placé, ne pompoit pas extrêmement bien les vapeurs\*.

\* Voy. Sur la salubrité des Vapeurs antimoniales, le Voyage de Leopold aux Mines de Suede, p. 48.

Différentes calcinations répétées de l'Antimoine de Hongrie, toujours pris au poids de 12 onces, quantité qui convenoit à la capacité de mon vaisseau, ont réduit constamment ce minéral à 9 onces 2 gros, & quelquefois à 9 onces 3 gros.

Le même nombre de calcinations de l'ancien Antimoine d'Auvergne a varié davantage. J'ai eu des Chaux qui ont pesé 10 onces moins 12 grains, d'autres 10 onces 1 gros, & d'autres 10 onces 3 gros ; aussi ai-je calciné de cet ancien Antimoine pris chés différents Droguistes. Ces différences ne viennent point du temps de la calcination, il a toujours

été

été le même; ni du degré du feu, on a vû les précautions que j'ai prises pour qu'il fût à peu-près égal. Ainsi je ne puis les attribuer qu'au plus ou moins d'impureté de ces différents Antimoine pris chés divers marchands, quoiqu'ils vinssent tous de la même Mine, mais apparemment de fontes différentes. J'entends ici par *impureté*, une portion de gangue plus abondante que dans les Antimoine appelés *purs*, qui reste fixe au feu sans diminuer de poids, parce qu'étant une pure terre, elle ne contient rien qui puisse s'en évaporer.

Les calcinations de l'Antimoine de la nouvelle Mine ou de la nouvelle fabrique, l'ont réduit à 9 onces 2 gros  $\frac{1}{2}$ , à 9 onces 3 gros & à 9 onces 4 gros. Ainsi j'ai eu raison d'assurer qu'il étoit presque aussi pur que l'Antimoine de Hongrie. D'ailleurs la couleur de sa Chaux désulfurée est d'un gris-cendré-blanchâtre comme la Chaux de l'Antimoine de Hongrie; au lieu que celle de l'ancien Antimoine d'Auvergne est toujours beaucoup plus brune. La pureté de l'Antimoine qu'on examine, se reconnoît déjà, par ce que je viens de dire, au plus ou moins de perte qu'il fait pendant la calcination; plus il perd, plus il a, toute proportion gardée, de Soufre commun, qui, comme l'on sçait, est une des parties qui entrent essentiellement dans la composition de ce minéral; moins il perd, plus il a de parties hétérogenes rebelles à l'action du feu de calcination, c'est-à-dire, que la fonte a été mal faite, ou que la Mine est pauvre. Je n'ai pas besoin de m'étendre davantage sur cette remarque.

Il s'agissoit de s'assurer que ces Chaux d'Antimoine fussent dépouillées de Soufre autant qu'elles le pouvoient être. Je les ai calcinées avec le Nitre, leur détonnation a été plus foible que celle du Régule traité de même, en même temps, au même feu, & avec le même sel: la masse jettée dans l'eau, m'a donné un Diaphorétique minéral, au moins aussi blanc que le Diaphorétique fait avec le Régule, & presque en même quantité, ce qui commence à prouver que la Chaux d'un bon Antimoine bien préparée est toute Régule, & qu'il ne s'agit que de rassembler ses parties divisées.

Mem. 1736.

G g g

#### 418 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Ces mêmes Chaux mêlées avec le Sublimé corrosif dans les proportions qu'on employe ordinairement pour faire le Beurre d'Antimoine, sont difficilement attaquées par l'acide du Sublimé. Le transport de cet acide d'une matière sur l'autre se fait si difficilement, qu'il ne distille qu'une très-petite quantité de Beurre d'Antimoine : le reste du Sublimé se resublime de nouveau ; il ne s'élève aucun Cinabre, aucun Soufre, parce que ces Chaux sont entièrement dépouillées de ce dernier. Mais pourquoi l'acide du Sel marin n'a-t-il point d'action sur cette Chaux ? pourquoi le transport dont j'ai parlé, ne se fait-il point ? C'est qu'il s'est fait, en calcinant l'Antimoine, un commencement de vitrification, que la plus grande quantité des particules de la Chaux étant enduites d'une couche de Verre, l'acide glisse dessus sans trouver de pores ; & s'il en a réduit une petite portion en beurre, c'est que cette petite portion n'étoit pas vitrifiée. C'est peut-être aussi qu'il s'est concentré dans la Chaux une portion de l'acide du Soufre, en ce cas l'acide du Sel marin ne sçauroit l'attaquer.

Par les moyens ordinaires de faire le Régule, trop connus pour les détailler, feu M. Lémery en retire 6 onces 1 gros par livre d'Antimoine. M. Stahl, dans ses Opuscules, dit qu'on n'en tire que le quart lorsqu'on se sert de parties égales de Tartre, de Salpêtre & d'Antimoine, mais que le produit du Régule est plus considérable, si avec 6 onces d'Antimoine on met 5 onces de Nitre & 6 onces de Tartre : puis il adjoute sa découverte, qui consiste, dit-il, à réduire la poudre antimoniale des scories, en les projetant dans le creuset avec moitié de leur poids de Nitre pour en faire doucement la détonnation, & à y jeter tout de suite de la poudre de charbon : on aura, adjoute-t-il, par ce second moyen un autre Régule qui égalera presque le poids du premier Régule qu'on en aura tiré, mais il ne dit pas précisément le poids de ce premier Régule ; d'ailleurs ce procédé est difficile, on a deux détonnations, & par conséquent de la perte. Le Soufre est si bien uni à l'Antimoine crud, que

dans ces détonnations, sur-tout dans la première du Nitre avec le Tartre, une portion considérable de l'Antimoine est enlevée partie en fumée, partie toute entière, pendant que les autres particules désulphurées par la détonnation, se rassemblent en Régule.

Je m'y suis pris autrement, & partant de ma supposition que la Chaux d'Antimoine est un Régule divisé en particules extrêmement fines, il ne s'agissoit que de trouver un fondant ou réductif qui pût en même temps rendre aux particules de la Chaux trop dépouillées de phlogistique, ce principe inflammable qui leur manquoit, & se réduire en un flux assez liquide pour que ces particules le traversassent aisément, se précipitassent au dessous par leur propre poids, & qu'ainsi précipitées, la réunion s'en fit par la fonte. J'ai tenté les Sels réductifs, les Huiles, les Graisses, mais rien ne m'a si bien réussi que le Savon noir. Cette réduction se fait aussi par le charbon (car il ne faut rien obmettre) c'est même un réductif qu'on employe dans les préparations de Régule en grand. Quant aux Huiles & aux Graisses, elles réduisent aussi, mais elles fermentent trop, elles se brûlent, & à mesure qu'elles se réduisent en charbon, il ne se fait point de scories fluides : ce qui fourne l'Antimoine en bain est grumeleux, refendu, & le minéral fondu se trouvant à découvert, l'évaporation s'en fait avec une perte considérable.

Le Nitre enleve trop vite le Soufre de l'Antimoine en détonnant ; d'ailleurs on sçait qu'il le réduit en Diaphorétique, & l'on ne peut faire ensuite la réduction de ce Diaphorétique en Régule sans beaucoup de perte sur la totalité de l'Antimoine avec lequel on auroit commencé l'opération.

Les Sels déjà alkalisés, fondus avec l'Antimoine crud, le réduisent en cette matière qu'on a nommée *Kermès par fonte*, ou *Soufre doré d'Antimoine* : si on les fond avec la Chaux du minéral, ils en font à parties égales une espèce de Verre.

On peut employer le Tartre rouge ou le Savon blanc, mais j'ai reconnu que l'un & l'autre ne rassembloient pas tant de Régule que le Savon noir. Je supprime le détail des essais

que j'en ai faits, pour ne pas allonger inutilement ce Mémoire. C'est donc à ce réductif que je m'en suis tenu. Il est composé, comme l'on sçait, d'une lessive forte & blancheâtre de Potasse & de Chaux vive qu'on unit par ébullition à l'huile de Lin, à l'huile de Navette ou à l'huile de Chenevis, quelquefois même à des graisses. Je ne suis pas le premier, à la vérité, qui en ai fait usage ; on m'a fait voir, dans l'édition Angloise, des Expériences chimiques du Chevalier Digby, que ce Physicien recommançoit le Savon & le Tartre pour la réduction d'un Régule d'Antimoine, qu'il nomme *spiritueux*, qui est, dit-il, le Beurre d'Antimoine précipité & le Mercure, apparemment réunis ensemble de nouveau, car il n'en dit pas davantage. Quoi qu'il en soit, si c'étoit une réduction du Mercure de vie dont il vouloit parler, le Savon suffisoit, le Tartre étoit inutile.

Mais puisque le Savon noir est un si bon réductif de la partie réguline de l'Antimoine, pourquoi convertir ce minéral en Chaux pour le réduire ensuite, & pourquoi ne pas mêler tout d'un coup l'Antimoine en poudre avec le Savon, ce seroit une opération de moins ? Comme je prévoyois cette objection, je me suis mis en état d'y répondre par une expérience qui prouve que l'Antimoine crud ne donne pas, même avec ce réductif, tout le Régule qu'on peut en séparer par ma méthode. J'ai pris 2 onces d'Antimoine de Hongrie, pareil à celui que j'avois réduit en Chaux : étant mis en poudre fine, je l'ai mêlé avec 2 onces  $\frac{1}{2}$  de Savon noir, j'ai eu une masse de Régule bien réduit & bien net, mais qui ne pesoit que 2 gros 6 grains, ce qui feroit 2 onces 48 grains pour une livre d'Antimoine. Par le procédé de M. Stahl, on en retire environ 7 onces  $\frac{1}{2}$ , ou au plus 8 onces. Par le mien j'en ai près de 10 onces, comme on le verra par la suite. Ainsi le Savon noir qui réduit bien la Chaux de l'Antimoine, ne vaut rien pour séparer le Régule de ce minéral crud.

Les scories qui fumnent cette petite partie de Régule rassemblée, sont, étant refroidies, comme une espece de Verre

noir, compact, qui ressemble à du Jayet, qui se fond à la lumière d'une bougie comme un bitume, & qui répand une odeur sulfureuse. Cette scorie, qui ne s'humecte point à l'air, auroit été de couleur de Foye d'Antimoine, si on eût employé seulement les Sels alkalis qui entrent dans le Savon. Mais en se servant du Savon même, on voit que sa partie huileuse doit se brûler, s'unir à l'acide du Soufre de l'Antimoine, & former avec cet acide un bitume : le Sel alkali s'en trouve enveloppé, ce qui le défend de l'action dissolvante de l'air humide. Ce que je viens de dire suffit pour prouver qu'il y a plus d'avantage à réduire la Chaux d'Antimoine en Régule, qu'à chercher la réunion des parties régulines dans l'Antimoine crud.

Le procédé de Kunckel n'est pas plus avantageux que celui de M. Stahl. Il prend une livre de Chaux d'Antimoine qu'il réduit en pâte avec du Suif ou autre graisse & du Charbon : il met le tout dans un creuset légèrement couvert, jusqu'à ce que rien ne s'élève en fumée, après quoi il y jette peu-à-peu une livre de Nitre. On a par ce moyen 7 onces 3 à 4 gros de Régule fort beau. J'en retire beaucoup plus par le Savon. Kunckel joint aux graisses qui forment déjà par elles-mêmes un Charbon léger & une Suye, un autre Charbon plus grossier, c'est ce qui l'oblige d'y adjoûter le Nitre pour détruire ces deux différents Charbons par fulmination. Ce même Nitre se fond, s'alkalise, & devient fluide ; les grains de Régule déjà réduits par le principe huileux, se précipitent aisément en fusion à travers de ce sel, ce qu'ils n'auroient pû faire à travers des scories qui seroient restées en masse presque solide sans l'addition du Salpêtre ; car on conçoit que toute la pratique des réductions métalliques consiste à réunir en des molécules pesantes les particules trop divisées des Métaux, & à tenir ces molécules pesantes dans un milieu liquide qu'elles puissent traverser.

Mais le Nitre devenu alkali, n'a pas enlevé, en fulminant, toute la partie grasse du mélange, il devient hepar avec ce qui reste de Soufre, & sous cette nouvelle forme il convertit

422 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

en Kermès les plus petites parties du Régule qu'il corrode. Si ce même Sel est surabondant aux Soufres, il réduit une autre portion du Régule en Diaphorétique; ainsi voilà deux soustractions à faire sur la quantité de Régule qui auroit dû être rassemblée au fond du creuset, sans compter ce qui s'en élève en fumée pendant l'opération qui est assés longue, & pendant la détonnation.

On a vû ci-devant ce que 12 onces des différents Antimoine que j'ai calcinés, m'ont donné de Chaux désulfurée. Il est inutile d'en rien répéter. Voici de quelle manière je réduis cette Chaux avec le Savon.

Je prends 2 onces de chacune de ces Chaux dont je forme une pâte un peu liquide avec une once & demie ou 2 onces de Savon noir. Je mets peu-à-peu ce mélange dans un creuset que j'ai fait médiocrement rougir au milieu des charbons allumés, afin de brûler lentement le Savon, de donner aux Huiles plus de facilité à imbiber chaque partie de la Chaux d'Antimoine, & d'éviter la perte des particules régulines, qui étant alors extrêmement divisées, s'en élèveroient d'autant plus vite en fumée, si le feu étoit trop vif d'abord.

Lorsque tout le mélange est entré partie à partie dans le creuset, & que je m'apperçois que le gras du Savon est brûlé, je couvre ce creuset; je fais donner une chaude très-vive pour mettre tout le mélange en parfaite fusion. On l'entend fermenter ou bouillonner considérablement, mais enfin ce bruit s'appaise; alors je laisse refroidir le creuset au milieu des charbons, j'y trouve, en le découvrant, une scorie bien glacée avec des cercles de différentes couleurs. Le milieu de cette scorie est quelquefois grumeleux, ayant des cavités où l'on voit des végétations blanches & salines.

Je casse le creuset, & j'y trouve un culot de Régule bien rassemblé qui n'est pas encore pur, qu'il faut purifier, comme je le dirai dans la suite, qui dans son intérieur paroît un assemblage de petits grains brillants, mais non pas encore assés réunis, ni dans un arrangement assés serré pour former des facettes.



Deux onces de Chaux de l'Antimoine d'Auvergne de la nouvelle Compagnie m'ont donné dans trois fontes répétées, toujours au même poids, une once 5 gros & quelques grains du Régule imparfait dont je viens de parler.

Deux onces de Chaux de l'ancien Antimoine d'Auvergne que j'avois chés moi comme inutile depuis 1712, fondu de même avec 2 onces de Savon noir, ne m'ont donné qu'une once 4 gros de Régule.

D'autres Antimoines de même fabrique, pris chés différents marchands, m'ont fourni une once 5 gros moins 12 grains, mais il étoit encore moins pur que le précédent.

Enfin la Chaux d'Antimoine de Hongrie a donné une once 4 gros & 48 grains de Régule plus pur qu'aucun de ceux dont je viens de parler, ayant à sa surface des stries en forme de fougere, & dans son intérieur quelques facettes déjà bien formées.

Lorsque j'ai mis ces culots de Régule nettoyés des scories adhérentes, autant qu'ils le pouvoient être, dans une jatte de porcelaine pleine d'eau pure, j'y appercevois une ébullition fort vive, qui duroit avec quelques-uns plus de 24 heures. Surpris de cela, j'ai découvert avec une Loupe, qu'il y avoit dans ces Régules de petits trous imperceptibles à la vûë simple, j'ai cherché quelle pouvoit être la cause de cette vive ébullition, & j'ai reconnu que c'étoit une portion de Chaux vive précipitée comme pesante avec les parties régulines, qui occasionnoit cette ébullition, parce qu'elle s'étoit calcinée de nouveau avec le Régule en fusion au fond du creuset. D'où vient cette Terre de nature de Chaux? c'est du Savon, la lessive âcre avec laquelle on le fait, est, comme on le sçait, & comme je l'ai dit, composée de Sels alkalis & de Chaux vive.

Les réductions ci-dessus ayant été faites en plus grande dose, ont donné des produits peu différents, proportion gardée, en sorte que je puis dire qu'une livre d'Antimoine de Hongrie, réduit par la calcination à 12 onces 3 gros 24 grains de Chaux, fournit 2 onc. 6 gros 54 grains de Régule.

#### 424 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

ce qui n'est pas bien éloigné de 10 onces ; que le feu a enlevé de ce minéral crud, pendant la calcination, 3 onces 4 gros 48 grains de Soufre brûlant, & que les 12 onces 3 gros 24 grains de Chaux doivent être regardées comme un Régule mêlé avec une portion de terre ; que sans cette terre superflue, toute la Chaux se convertiroit en Régule avec un peu de principe huileux ou inflammable. Cette supposition cependant ne peut devenir une certitude, qu'autant qu'on pourra s'assurer de la quantité de Régule qui s'évapore pendant la fonte, ce qui me paroît absolument impossible. Mais que ce qui manque de poids au Régule réduit, comparé avec le poids de la Chaux d'Antimoine, ait été comme terre, scorifié avec les Sels du Savon, ou qu'il se soit évaporé, il n'importe. Il résultera toujours de mes épreuves, que par la méthode de calciner l'Antimoine en Chaux, & de réduire cette Chaux en Régule par le Savon, je retire plus de Régule que par la méthode de M. Stahl & de Kunckel.

Il s'agit maintenant de purifier ce Régule avec peu de perte. Je me sers pour cela d'un moyen que je crois nouveau, du moins je ne connois aucun Auteur qui en ait parlé. Je prends ce Régule bien nettoiyé de ses scories, je le réduis en poudre, & je le mêle avec moitié de son poids de Chaux d'Antimoine autant désulfurée que celle dont j'ai fait ce Régule. Je les fonde ensemble dans un creuset couvert jusqu'à ce que les scories qui doivent surnager le Régule, soient en flux lisse & tranquille. Voici ce qui en résulte. Un culot de Régule, pesant impur une once 5 gros quelques grains, qui provenoit de 2 onces de Chaux d'Antimoine de la nouvelle Mine, a été réduit à une once 3 gros 62 grains de Régule pur, c'est  $\frac{7}{8}$  de perte. La Chaux scorifiée qui couvroit ce Régule est devenue un Verre opaque, une espece d'Email d'une couleur grise & moulée sur les stries fines de la surface du Régule.

Un autre culot de Régule d'Antimoine de l'ancienne fabrique d'Auvergne, pesant impur une once 4 gros, purifié de même, a été réduit à une once 2 gros 48 grains, c'est  $\frac{1}{2}$  de perte.

de perte. Les scories étoient réduites en Email noir.

Le culot de Régule impur provenant de la Chaux de l'Antimoine commun d'Auvergne, pris chés différents marchands, pesant impur une once 5 gros, a été réduit à une once 4 gros 18 grains, c'est  $\frac{11}{156}$  de perte. Les scories étoient moins noires que les précédentes.

Enfin le Régule impur de l'Antimoine de Hongrie, qui pesoit une once 4 gros 48 grains, a été réduit en un Régule pur & étoilé, pesant une once 4 gros 15 grains, c'est 33 grains de perte, ou  $\frac{3}{76}$ . Les scories étoient un Email mat d'un gris-cendré, tirant un peu sur le jaune, & assés semblable aux scories du Régule purifié de l'Antimoine nouveau d'Auvergne.

Ces scories, que je nomme *E'mail*, ont été noircies par les matières impures qu'elles enlèvent au Régule pendant la fonte : lorsqu'elles sont opaques & de couleur grise, c'est une marque qu'elles n'ont pas trouvé assés de matière sulfureuse pour se convertir en Verre transparent : car on sçait qu'une Chaux d'Antimoine qui a perdu tout son Soufre, ne se vitrifie que très-difficilement sans addition ; qu'il faut pour cela un feu de la dernière violence, & qu'on est obligé d'y adjoûter un peu d'Antimoine crud ou de Soufre commun, si l'on veut avoir un Verre d'Antimoine transparent & de belle couleur. J'ai vérifié nouvellement cette observation sur la Chaux d'Antimoine de Hongrie, que je n'ai jamais pû convertir en Verre, qu'en y adjoûtant une petite portion d'Antimoine. C'est pour cette raison que quand je veux purifier mon premier Régule, je me sers d'une Chaux d'Antimoine très-dépouillée de Soufre, parce que je n'ai besoin que d'une matière qui, sans se vitrifier entièrement, puisse se charger des matières impures qui mettoient obstacle à la réunion des parties régulines de la première Chaux réduites à l'aide de la matière huileuse du Savon.

Il est vrai que je puis purifier aussi ce premier Régule grenu, en le fondant seul & sans addition de Chaux, mais jamais sa surface n'est nette ; elle est toujours salie par des

scories extrêmement adhérentes, & d'ailleurs il ne s'y forme point d'étoile. De plus il faut le tenir long-temps dans un flux très-liquide pour donner le temps aux saletés qui empêchoient la réunion parfaite de ses parties vraiment régulines, de prendre le dessus par leur légèreté; or plus on le tient en fonte, plus il s'en perd, donc ce n'est pas le moyen le plus court de le purifier.

Mais l'addition de la Chaux fait naître une difficulté. On me dira, sans doute, que ce qui noircit les scories, ne peut être que la matière fuligineuse de l'huile du Savon, ou cette huile réduite en charbons, qui auparavant salissoit l'intérieur du culot de mon premier Régule, & empêchoit la réunion des particules régulines, comme je l'ai dit plus haut: qu'admettant moi-même la présence actuelle d'une matière qui contient réellement un principe inflammable, il s'ensuit nécessairement qu'une portion de la Chaux, que je ne regarde que comme scorifiante, doit être réduite en Régule par ce principe inflammable, & augmenter d'autant le poids du Régule que je mets une seconde fois en fonte avec cette Chaux, & qu'ainsi, quoique j'y trouve une diminution de quelques grains, cela ne prouve rien, parce que la diminution auroit été plus forte, si je n'y avois pas mis une Chaux dont une portion se peut réduire en Régule. Je n'ai rien dissimulé de l'objection qu'on m'a faite, & qu'on pourroit me faire encore.

J'y réponds par deux ou trois expériences. J'ai substitué à la Chaux d'Antimoine le Cristal factice mis en poudre, & dans un autre essai le Sel alkali. Dans le premier essai fait avec le Cristal, le Régule impur qui pesoit 2 onces 2 gros 36 grains, a été réduit à 2 onces 2 gros 6 grains, c'est 30 grains de perte. Dans le second essai fait par le Sel de Tartre, le même poids de Régule impur a été réduit à 2 onces 1 gros 66 grains, c'est 42 grains de perte. Si je fais la même opération, en mêlant la Chaux d'Antimoine avec le Régule à purifier dans la même proportion, j'ai 49 grains de perte, c'est-à-dire, que le même poids de Régule de 2 onces 2 gros

36 grains se trouve réduit pur à 2 onces 2 gros 59 grains. Ainsi si avec les Sels alkalis qui corrodent toujours quelques particules régulines, je n'ai que 49 grains de perte; si avec la Chaux d'Antimoine, j'en perds 59, c'est une preuve que la Chaux n'agit dans cette purification, que comme un flux qui scorifie les impuretés du premier Régule, & qu'elle ne lui fournit aucune addition de parties régulines.

Si cependant on s'obstinoit à lui refuser cette propriété purement scorifiante, ce refus ne détruiroit rien de l'utilité de l'opération : mon objet est de tirer de l'Antimoine le plus de Régule qu'il est possible. J'ai fait voir que pour y parvenir, il faut le réduire en Chaux. Il n'importe de quelle manière je régulise cette Chaux, si une partie de ce que j'en mets sur le Régule à purifier, se convertit en Régule, c'est autant de fait; le reste se réduit en scories presque vitrifiées, que je fonds aisément en Régule avec le même Savon noir.

Quelques précautions qu'on prenne, il se fait toujours une perte assez considérable de la portion réguline de l'Antimoine; ce minéral dont la volatilité est démontrée par tant d'expériences, doit être fondu avec attention quand on veut en perdre le moins qu'il est possible. Si dans mes essais j'avois fait la réduction de la Chaux en Régule, & la purification de ce Régule d'un même feu, j'en aurois perdu beaucoup plus. Je fais donc les deux opérations à deux feux différents, & aussi-tôt que je m'apperçois par la fluidité des scories, que la réduction doit être faite, je retire le creuset du milieu des charbons pour faire cesser les fumées du Régule.

D'ailleurs j'ai observé qu'en le tenant quelque temps au feu, après que la Chaux s'est réduite en scories, cet émail d'Antimoine rongeoit les parois du creuset, même jusqu'à le percer.

Je conclus donc cette partie du Mémoire, en répétant ce que j'ai dit plus haut, que le meilleur moyen que j'aye connu jusqu'à présent de retirer de l'Antimoine le plus de Régule qu'il est possible, c'est de le calciner jusqu'à ce que la Chaux mise sur le charbon ne répande plus l'odeur de Soufre; de

réduire cette Chaux en Régule, en l'unissant avec un réductif qui fournisse de la matière grasse, & qui donne des scories liquides, tel que le Savon noir ; de purifier ce premier Régule avec la même Chaux d'Antimoine. Par ce moyen je retire 2 onces de Régule par livre d'Antimoine, plus que Kunckel & que feu M. Stahl n'en ont retiré par leurs procédés, & en même temps je fais voir qu'il n'y a pas dans ce minéral une si grande quantité de Soufre brûlant qu'on le croyoit, & que je l'avois crû moi-même lorsque j'ai lû mes Mémoires précédents sur le Kermès, puisqu'en le calcinant avec attention, il ne s'en brûle ou ne s'en évapore que 3 onces & 5 gros au plus. Si le minéral dont je parle, étoit plus fixe au feu qu'il ne l'est, j'aurois approché davantage de l'exactitude des proportions, mais les plus grands Chimistes n'ayant pû réprimer sa volatilité, je crois bien qu'on n'exigera pas de moi l'impossible.

Je passe à d'autres observations qui me paroissent indépendantes de l'opération, & que j'ai réservées pour la fin de ce Mémoire, afin de ne point interrompre l'ordre que je m'y étois proposé.

On a vû qu'en réduisant la Chaux d'Antimoine par le Savon noir, j'obtenois un Régule que j'ai appelé *impur*, par la raison qu'il n'étoit pas compact. Si l'on prend un de ces Régules d'un volume un peu raisonnable, on le trouve plein de cavités, & dans les plus grandes on apperçoit aisément avec la Loupe des lamines de Régules toutes formées, que l'air renfermé & rarefié dans ces cavités a empêché de se coller les unes contre les autres ; quelques-unes sont triangulaires, le plus grand nombre est exagone ; enfin il s'y en trouve d'assés longues, qui se joignant à angles droits par un de leurs côtés, forment des especes de gouttières ; on y apperçoit aussi quelques aiguilles, mais en assés petit nombre. Quant aux surfaces extérieures de ces Régules, on n'y voit rien de remarquable que quelques stries partant d'un centre, & formant des rayons. La partie de ces Régules non purifiée, qui paroît la plus compacte, pourroit bien n'être que

les mêmes lames collées les unes contre les autres, qui se laisseroient voir par leur tranchant & par le sommet de leurs angles. Ces lames sont-elles les premières particules qui doivent composer le Régule, ou ne sont-elles que l'arrangement accidentel d'autres particules antérieurement plus petites ? c'est ce que je n'ose décider.

Il m'est arrivé deux ou trois fois, en régulant la Chaux d'Antimoine par le Savon noir, d'avoir des Végétations salines en arbrisseaux, assez élevées au dessus de la surface des scories. Sans doute qu'elles étoient occasionnées par le refroidissement subit de la matière en fonte, à peu-près comme dans la végétation d'Argent de M. Homberg, sortie à la surface d'un bouton de coupelle dont il est parlé dans les Mémoires de l'Académie de 1710 (p. 430.) J'ai fait voir une de ces Végétations salines à la Compagnie, afin qu'on fût sûr qu'elle étoit exactement représentée dans le dessein qu'on m'en a fait. Mais je ne puis donner un moyen certain de les refaire, car quelque soin que je me sois donné, je n'ai pu réussir à les répéter.

Toutes ces réductions de la Chaux d'Antimoine en Régule ne se font point sans qu'il s'élève une quantité sensible de fleurs argentées, qu'on nomme ordinairement *fleurs de Régule*. Ce sont de longs filets déliés, roides, qui picquent comme des aiguilles très-fines. Si on les observe par un Microscope à simple lentille, mais garni de son modérateur de lumière, elles paroissent opaques ; si l'on ôte le modérateur, en sorte qu'elles puissent être autant éclairées qu'il est possible, on les voit diaphanes, elles paroissent être des filets de verre. Cependant cette observation ne prouve pas absolument que ce soit du verre, puisque la plupart des objets qu'on regarde au travers d'une excellente lentille, paroissent transparents, pourvu qu'ils soient assez minces. Le Chevalier Newton a observé qu'en plaçant un corps opaque, mais très-mince, devant le trou par lequel on fait entrer la lumière dans une chambre obscure, ce corps y paroissoit transparent, le Microscope fait ici à peu-près l'effet de la chambre obscure,

ainsi ce que je crois être Verre, pourroit bien ne me paroître tel que par une erreur de vision.

J'avois réussi à réduire le Verre d'Antimoine par le Savon, en le traitant comme la Chaux, cela devoit être, ainsi j'en supprime le détail. Je croyois réussir de même avec le Diaphorétique, à quelque différence près, qui n'auroit regardé que le poids. Mais l'Antimoine diaphorétique, fait suivant les formules ordinaires, ayant été mêlé avec le Savon noir, puis poussé au feu comme la Chaux de ce minéral, s'est converti en une masse que j'ai laissée refroidir, dans l'espérance de trouver un Régule au fond du creuset après que je l'aurois cassé. L'ayant examiné presque froid dans un endroit exposé au grand air, je me suis aperçu que la masse s'échauffoit à mesure qu'elle prenoit de l'humidité de l'air. J'en portai quelques morceaux à la flamme d'une bougie où ils s'allumerent en pétillant. Je rejettai quelques-uns de ces morceaux allumés dans le creuset, où ils allumerent le reste de la masse qui pétilla de même en brûlant.

Je refis l'opération précédente, & me servis d'un Diaphorétique minéral très-beau, que j'avois préparé quelques jours auparavant, de deux parties de Régule & de trois parties de Nitre. J'en pris une once, que je mêlai avec 2 onces de Savon noir. Ce mélange mis peu-à-peu dans un creuset ardent, s'y allumoit, & boursouffloit beaucoup ; lorsque la flamme finissoit, la masse s'affaïsoit, & devenoit d'un rouge de charbon embrasé ; il s'en élevoit des vapeurs lumineuses d'un verd-bleuâtre. Tout cela est arrivé sans variété à chaque projection de la matière. Lorsque tout le mélange fut projeté, & eut cessé de jetter des flammes & des vapeurs lumineuses, il se forma une espece de Champignon renversé, creux, poreux & noir, j'en rabbatis les bords, & je mis dessus une nouvelle once de Savon noir, afin de mieux couvrir la matière que je voulois réduire. Quand ce dernier Savon fut brûlé, & que j'aperçûs une petite flamme bleuâtre sur la masse, je couvris le creuset de son couvercle & de beaucoup de charbon, & je donnai une chaude vive d'environ cent

PHOSPHORE  
MINÉRAL.



coups de soufflet ; mais malgré la violence du feu, qui fut un peu plus grande & plus longue que dans toutes les opérations dont j'ai parlé ci-dessus, il ne se forma point de scories fluides, & la masse resta spongieuse. Je laissai éteindre le feu, & je portai le creuset dans un coin de mon Laboratoire, où il resta plus de cinq heures sans qu'on y touchât. Vers le soir je voulus examiner cette matière, on prit ce creuset qui étoit très-froid ; la personne qui le tenoit, sans avoir pris de précaution contre un effet qu'on ne pouvoit prévoir, voulut découvrir le dessus de la masse avec un morceau de fer ; mais dans l'instant que l'air y eût accès, le feu y prit, & il se fit une explosion vive & avec bruit, qui lui lança sur ses habits une gerbe de feu très-considérable, & y fit plusieurs trous. Il se répandit une forte odeur de Soufre, semblable à celle de ces Phosphores en poudre dont feu M. Lémery le ~~objet~~ a donné plusieurs descriptions dans son Mémoire de 1714.

Je n'ai point eu la réduction du Diaphorétique que je cherchois, & le hasard m'a donné un Phosphore très-singulier que je ne cherchois pas. Je l'ai refait cinq ou six fois depuis avec le même succès, soit en me servant du Diaphorétique des formules ordinaires, soit en employant mon Diaphorétique de Régule : il est vrai que ce dernier réussit un peu mieux que les autres, pourvû qu'on ne donne ni trop ni trop peu de chaleur après qu'on a adjouté la dernière once de Savon.

Lorsque pour faire mon Diaphorétique, j'ai fait détonner le Régule avec le Nitre pur, je le lave à l'ordinaire pour en séparer par les lotions le Nitre alkalisé pendant la déflagration. La lessive qui en est très-caustique, prend une couleur bleuë, ce qui vient vraisemblablement d'une portion du principe inflammable que ce Sel a enlevée au Régule ; & cela est si vrai, que cette lessive noircit l'Etain & l'Argent, ce qu'elle ne feroit pas si elle n'étoit pas sulfureuse. Si au lieu de jeter cette matière dans l'eau après la détonnation, je la jette dans de l'Esprit de Vin, il prend presque sur le champ

une belle couleur rouge qui augmente de teinte par la digestion. Cette liqueur, que M. Stahl a nommée *Tinctura alkalica acris*, est une teinture d'Antimoine non émétique, simplement alkaline & diaphorétique, qui a enlevé à l'Antimoine par le moyen du Nitre, une portion de son Soufre métallique (si cependant le Soufre métallique est quelque chose de réel) d'où il résulte qu'un *Lilium* bien fait n'est pas simplement une teinture de Sels alkalis, comme quelques personnes le croient. Il est bien vrai que l'Esprit de Vin digéré sur un Sel fixe simple bien alkalisé, y prend à la longue une couleur rouge; mais ce même Sel alkali, lorsqu'il est pur & seul, ne donnera jamais à l'eau une couleur bleuë comme le Nitre alkalisé avec le Régule.

Cette digression ne sera pas si inutile qu'elle le paroît: elle sert à prouver qu'il y a une quantité considérable de principe inflammable dans le Régule. De plus on sçait que le Régule converti en Diaphorétique, augmente considérablement de poids. Huit onces, par exemple, de Régule m'ont donné 11 onces 2 gros de Diaphorétique bien édulcoré & bien sec. D'où peut venir cette augmentation, si ce n'est de la concentration de l'acide du Nitre dans ces parties régulines? or en admettant cette supposition, je puis trouver la cause de la déflagration de mon Phosphore.

Voici comme je l'explique. Il y a une grande quantité de parties de Chaux, autrefois Chaux vive, dans la lessive grossière & non filtrée, qui sert à faire le Savon noir. Lorsque je calcine le mélange qui fait mon Phosphore, je brûle une partie de la matière inflammable du Savon, le reste se réduit en charbon. Pendant l'action du feu, l'acide du Nitre quitte peu-à-peu les parties régulines qui le retenoient pour s'unir au Sel alkali du Savon avec lequel il se fait un Nitre régénéré; mais tout le Sel alkali n'est pas employé à cette régénération, parce qu'il n'y a pas vraisemblablement assés d'acide nitreux. Par le même feu, les particules terreuses de la Chaux, répandues dans le Savon, se calcinent de nouveau, & redeviennent Chaux vive. Toutes ces particules de  
différente

différente nature, sont voisines les unes des autres dans le creuset, ainsi elles agiront pour l'effet dont il est question, aussi-tôt qu'un moyen extérieur y concourra. Cela supposé, on souleve la croûte qui couvre la masse du Phosphore, l'air s'y introduit avec l'humidité ou les parties aqueuses dont il est chargé, & dont le Sel alkali du mélange est avide. La Chaux s'humecte, s'échauffe, s'allume, & met le feu aux parties de charbon & aux parties du Nitre régénéré qui sont voisines, d'où s'ensuit la détonnation de toute la masse. Une preuve que le Nitre est actuellement dans ce mélange, soit par régénération, comme je le crois, ou de toute autre manière, c'est qu'ayant tenté trois fois la même opération avec la poudre d'Algarot, elle n'a point réussi, parce que dans cette poudre les parties antimoniales ne sont pas unies à l'acide nitreux, mais à l'acide du Sel marin.

Si cette preuve ne suffisoit pas, en voici une autre. Lorsque dans la vûe de faire la réduction du Diaphorétique en Régule, je m'opiniâtrois à pousser le feu, il se faisoit une détonnation de ce Nitre qui fusoit avec le charbon de l'huile du Savon, comme auroit fait un mélange de Salpêtre & de charbon ordinaire : le diaphorétique se dissipoit en même temps en vapeurs blanches, & il ne restoit dans le creuset qu'une croûte noire & dure attachée à ses parois, qui ne produisoit plus que du feu sans aucune détonnation. C'est par cette raison que la réussite de mon Phosphore détonnant dépend du degré de calcination que je donne au mélange, & qu'il faut être attentif à ne pas la pousser jusqu'à un degré de chaleur qui fasse fuier le Nitre.

Quant à la probabilité du concours d'une matière devenuë Chaux vive, qui peut s'allumer, & donner du feu, je rapporterai le fait suivant. Il y a environ cinq ans que pendant une débacle de la Rivière de Seine, un Bateau plein de Chaux, du Port S.<sup>t</sup> Paul, fut fendu par les glaces ; l'eau s'y introduisit, la Chaux s'y alluma, mit le feu au Bateau, celui-ci à d'autres, il y eut un incendie, dont j'étois alors à portée de vérifier l'origine.

Nous avons en Chimie différents mélanges qui prennent feu aussi-tôt qu'ils sont exposés à l'air. Telles sont les matières végétales ou animales sulfureuses calcinées avec l'Alun. *Voyés sur cela le Mémoire déjà cité de M. Lémery le cadet.*

Le mélange du Régule d'Antimoine avec le Sublimé corrosif s'allume quelquefois.

Le Safran de Mars antimonial de M. Stahl s'est enflammé au Jardin du Roy, où M. Boulduc l'avoit fait exposer au Soleil pour le dessécher plus vite.

L'Or fulminant détonne par la seule chaleur d'une trituration un peu rapide.

La verge de fer qui a servi à remuer le mélange des réductions de mes Chaux d'Antimoine étant ratissée avec un couteau, donne des étincelles de feu.

M. de Reaumur a observé que de l'Antimoine uni au Fer, à peu-près à parties égales, il en résulte une masse métallique, qui limée rudement, donne une grande quantité d'étincelles capables d'allumer toute matière combustible.

Ainsi il semble que pour faire des Phosphores il ne s'agit que de concentrer la matière propre à donner du feu dans des cellules, où elle puisse rester tranquille & comme assoupie, jusqu'à ce que par quelque moyen on rompe les parois de ces cellules, & qu'on y laisse introduire une autre matière plus subtile, & capable de lui imprimer un mouvement d'une rapidité extrême. Soit que cette explication suffise pour rendre raison de l'inflammabilité des Phosphores, soit qu'on l'explique par des hypothèses beaucoup plus ingénieuses, elles auront toujours le défaut de n'être qu'ingénieuses.



OBSERVATION  
DU PASSAGE DE MERCURE  
DEVANT LE SOLEIL.

Du 11 Novembre 1736.

*Faite à Thury près de Clermont en Beauvoisis.*

Par M. CASSINI.

Nous avons eu le temps très-favorable pour l'Observation du Passage de Mercure dans le disque du Soleil, que l'on a faite en même temps à l'Observatoire Royal de Paris, & à Thury près de Clermont en Beauvoisis, afin que si le temps eût été plus serein dans un de ces endroits que dans l'autre, on pût en profiter pour observer un plus grand nombre de ses phases, & principalement l'entrée & la sortie de Mercure, qu'il étoit important de pouvoir distinguer avec évidence.

6 Février  
1737.

Le Soleil parut à son lever entre des nuages qui se dissipèrent peu-à-peu, de sorte que sur les 9 heures il en étoit entièrement dégagé, & il ne restoit plus qu'un peu d'ondulation dans ses bords qui cessa presque entièrement avant l'entrée de Mercure dans le Soleil, que l'on apperçut avec une Lunette de 14 pieds à  $9^h 32' 50''$ , qu'il parut comme un point noir sur le bord du Soleil, où il formoit une petite échancrûre. Il augmenta ensuite de grandeur, & l'on déterminâ son Immersion totale à  $9^h 35' 15''$ . Il y avoit alors sur le disque du Soleil plusieurs amas de Taches, dont quelques-unes excédoient la grandeur apparente de Mercure, mais aucune ne paroissoit aussi noire. Elles étoient aussi de figure irrégulière, environnées d'une espece de nuage, au lieu que Mercure paroissoit parfaitement rond & bien terminé, ce que l'on continua de voir jusqu'à sa sortie, où l'on observa

## 436 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

le commencement de son Emerſion à  $0^h 14' 59''$  après midi, & l'Emerſion totale à .....  $0 17 42$ .

Suivant cette obſervation, la durée du paſſage de Mercure dans le Soleil a été de  $2^h 44' 52''$ , & l'intervalle entre l'Immerſion totale & le commencement de l'Emerſion, qui ſont les deux phaſes que l'on diſtingue avec plus d'évidence, a été de  $2^h 39' 44''$ , d'où l'on a trouvé le paſſage de Mercure par le milieu de ſa route ſur le diſque du Soleil à  $10^h 55' 7''$ .

Pour déterminer la route de Mercure dans le Soleil, j'y employai ſucceſſivement diverſes méthodes. La première, en obſervant le paſſage de Mercure par le fil horiſontal & le vertical d'un Quart-de-cercle de 3 pieds. Cette méthode n'eſt point ſujette aux erreurs cauſées par la réfraction & la parallaxe, parce que l'on obſerve les bords du Soleil & Mercure à la même hauteur. Mais comme le parallele que le Soleil décrivait par ſon mouvement journalier, devenoit, en s'approchant du Méridien, de moins en moins incliné à l'égard du fil horiſontal du Quart-de-cercle, de ſorte que l'on ne pouvoit plus obſerver le paſſage entier des bords du Soleil par le fil horiſontal dans une même ouverture de la Lunette, & que par la même raiſon on ne diſtinguait plus avec la même évidence le moment auquel ces bords paſſoient par ce fil ; je pratiquai enſuite la méthode qui conſiſte à obſerver le paſſage de Mercure & des bords du Soleil par le fil horaire & les obliques d'une Lunette de 8 pieds montée ſur une Machine parallaſtique, ce que je continuai de faire juſqu'à plus de 11 heures, après quoi je meſurai la diſtance entre Mercure & le bord ſupérieur du Soleil par un Micro-metre adapté à un Quart-de-cercle, obſervant en même temps leur paſſage par le fil vertical, ce que l'on pouvoit faire commodément lors que le Soleil étoit près du Méridien.

Par le moyen de ces obſervations, j'ai trouvé qu'au temps du paſſage de Mercure par le milieu de ſa route, ſa diſtance  $SA$  au centre du Soleil étoit de  $13' 58''$ , dont le demi-diametre du Soleil étoit de  $16' 17''$ , & que l'angle  $BSA$  que la perpendiculaire  $SA$  à cette route, faiſoit avec le cercle

horaire, étoit de  $24^{\text{d}} 11' 50''$ , dont on a déduit les principaux éléments de la théorie de cette Planete. Car la perpendiculaire  $SA$  étant connue de  $13' 58''$ , & le demi-diametre du Soleil  $SP$  ou  $SQ$ , de  $16' 17''$ , on a la corde  $PQ$  de  $16' 44''$ , qui mesure la route que le centre de Mercure a parcourue dans le Soleil depuis son entrée jusqu'à sa sortie dans l'intervalle de  $2^{\text{h}} 42' 27''$ , ce qui donne son mouvement horaire apparent de  $0^{\text{d}} 6' 11''$ . Adjoûtant à l'angle  $BSA$ , déterminé de  $24^{\text{d}} 11' 50''$ , l'angle  $BST$  que l'Ecliptique  $TS$  fait avec le Méridien vers l'Occident, qui étoit alors de  $74^{\text{d}} 13'$ , on a l'angle  $TSA$  de  $98^{\text{d}} 24' 50''$ , & par conséquent l'angle  $ASE$  que la perpendiculaire  $SA$  fait avec le cercle de latitude  $SE$  de  $8^{\text{d}} 24' 50''$ , & dans le triangle  $SAE$  rectangle en  $A$ , on aura la distance  $ES$  de Mercure au centre du Soleil au temps de sa conjonction en longitude de  $14' 7'' \frac{1}{2}$  qui mesurent sa latitude. On trouvera aussi la distance  $AE$  entre le passage de Mercure par le milieu de sa route & le lieu de sa conjonction en longitude de  $0^{\text{d}} 2' 3''$ , qui étant converties en temps à raison de  $6' 11''$  par heure, font  $0^{\text{h}} 19' 50''$ , qui étant adjoûtes à  $10^{\text{h}} 55' 7''$ , donnent le temps de la conjonction de Mercure avec le Soleil à  $11^{\text{h}} 15' 0''$ .

Voilà les éléments que l'on peut déduire immédiatement de cette Observation.

Pour déterminer présentement le vrai lieu du Nœud de Mercure & l'inclinaison de son Orbite à l'égard de l'Ecliptique, il faut y employer le rapport de la distance de Mercure au Soleil & à la Terre, que l'on a déterminé par les observations faites dans ses digressions, suivant lesquelles on a trouvé que la distance de Mercure au Soleil devoit être à sa distance à la Terre dans le temps de cette observation, comme  $31174$  à  $67730$ . Suivant cette proportion, on aura la vraie latitude de Mercure, vûe du Soleil au temps de sa conjonction, de  $30' 43''$ , qui est mesurée par  $SM$ , & le mouvement horaire de cette Planete, vû du Soleil, de  $13' 26'' 40'''$ .

## 438 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

Soit mené du point *M* la ligne *MO*, parallèle à *QP*, qui rencontrera l'Ecliptique *TS* prolongée en *O*, & soit fait *OR* à *MO* comme le mouvement horaire de la Terre est au mouvement horaire de Mercure à l'égard de la Terre, vû du Soleil, c'est-à-dire, comme  $2^{\circ} 31' 12''$  est à  $13^{\circ} 26' 40''$ . L'arc *MR* représentera une portion de l'Orbite de Mercure depuis son nœud jusqu'au lieu de sa conjonction avec le Soleil, & l'arc *MO* la route apparente de cette Planete vû du Soleil à l'égard de la Terre.

Maintenant dans le Triangle sphérique *MSO* rectangle en *S*, dont le côté *SM* est connu, de même que l'angle *SMO* qui est égal à l'angle *SEN* de  $81^{\circ} 35' 10''$ , on trouvera l'angle *MOS* de  $8^{\circ} 25' 0''$ , & dans le Triangle *ROM*, dont l'angle *ROM*, supplément de l'angle *MOS*, est connu, & les côtés *OR*, *MO*, sont dans le rapport de  $2^{\circ} 31' \frac{1}{3}$  à  $13^{\circ} 26' \frac{2}{3}$ , on trouvera l'angle *SRM* qui mesure l'inclinaison véritable de l'Orbite de Mercure à l'égard de l'Ecliptique, de  $7^{\circ} 4' 58''$ . On trouvera enfin dans le Triangle *RSM*, rectangle en *S*, la distance *SR* de Mercure à son nœud, mesurée sur l'Ecliptique, de  $4^{\circ} 7' 27''$ , qui étant retranchés du vrai lieu de la Terre, vû du Soleil, qui étoit en  $819^{\circ} 23' 34''$  au temps de sa conjonction en latitude avec Mercure, donne le vrai lieu du nœud de cette Planete le 11 Novembre 1736 en  $815^{\circ} 16' 7''$ .

Comme l'inclinaison de l'Orbite de Mercure & le lieu de son nœud, que l'on vient de déterminer, dépendent principalement de la direction de la perpendiculaire *SA* à la route de Mercure à l'égard du Cercle horaire *BS*, & que les moindres erreurs dans les observations y peuvent causer de grandes variations ; j'y ai aussi employé une autre méthode qui a été déjà expliquée dans les Mémoires de l'Académie, qui consiste à comparer cette observation avec une autre qui a été faite lorsque la latitude de cette Planete étoit de différente dénomination, comme en 1697 où elle fut observée de  $10^{\circ} 42''$  vers le Midi, & j'ai trouvé qu'en supposant le mouvement apparent du nœud de Mercure tel que



je l'ai établi dans mes Tables, égal à celui des Étoiles fixes, le vrai lieu du nœud de cette Planete étoit dans cette dernière observation en  $15^d 14' 5''$ , peu différent de celui que j'avois déterminé, & l'inclinaison de son Orbite de  $7^d 1' 34''$ , moindre de  $3' 24''$  que par la comparaison précédente.

Nous avons reçu de divers endroits l'Observation de cette conjonction de Mercure avec le Soleil, dont nous rapporterons ici les phases principales.

*A MONTPELLIER, par M. de Plantade.*

A  $9^h 38' 55''$  du matin, le bord oriental du Soleil paroît échancre par Mercure.

9 41 27 Immersion totale.

0 21 12 Mercure touche le bord occidental du Soleil.

0 24 18 il est entièrement sorti.

L'intervalle de temps entre l'Immersion totale de Mercure dans le Soleil & le commencement de son Emerfion, est de  $2^d 39' 45''$ , à une seconde près de celui qui résulte de l'observation que j'ai faite à Thury, & le passage de Mercure par le milieu de sa route, est arrivé à  $11^h 1' 19'' \frac{1}{2}$ . Il a été observé à Thury à  $10^h 55' 7''$ . La différence est de  $6' 12'' \frac{1}{2}$  qui mesure la différence de Méridiens entre Montpellier & Thury, de laquelle retranchant  $6'' \frac{1}{2}$  dont Thury est plus occidental que Paris, reste la différence de Méridiens entre la Tour de M. de Plantade à Montpellier & l'Observatoire de Paris, de.....  $6' 6''$ , à 4 sec. près de celle qui est marquée dans la Connoissance des Temps.

Suivant cette observation, M. de Plantade a trouvé que la conjonction de cette Planete avec le Soleil a dû arriver à  $11^h 23' 10''$  du matin, sa latitude étant de  $14' 5''$ ; que la route qu'elle a parcourue dans le Soleil, a été de  $16' 38''$ , son mouvement horaire de  $6' 8''$ , l'inclinaison véritable de

# 446 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

son Orbite à l'égard de l'Ecliptique, de  $6^d 59' 25''$ , & son diamètre véritable de  $6'' 35'''$ . Il a remarqué autour de cette Planete un Anneau lumineux qu'il apperçut dès qu'elle fut entrée sur le disque du Soleil, & qu'il continua de voir 6 ou 7 secondes après qu'elle en fut sortie. On le voyoit clairement par toutes les Lunettes, & sur-tout par celle de 25 pieds, principalement lorsqu'on regardoit le Soleil avec des Verres noircis, dans l'endroit où ils étoient les plus sombres. Mercure paroissoit fort rond, noir & très-distinct, ainsi que son Anneau lumineux.

## A TOULOUSE, par M. Garipuy.

A  $9^h 29' 37''$  on apperçoit Mercure avec une Lunette de 15 pieds.

9 31 12 Mercure est entièrement entré sur le disque du Soleil.

Il a paru d'une figure exactement ronde & bien terminée, sans aucune nébulosité, & les nuages ont empêché d'observer sa sortie du disque du Soleil.

En comparant l'heure de l'Immersion totale de Mercure dans le Soleil, observée à Toulouse à  $9^h 31' 12''$ , qui est la phase qu'on a vûe le plus distinctement, avec la même phase observée à Thury à  $9^h 35' 15''$ , on aura la différence des Méridiens entre Toulouse & Thury de  $4' 3''$  dont Toulouse est plus à l'Occident, à laquelle adjôutant 6 sec.  $\frac{1}{2}$  dont Thury est plus occidental que Paris, on aura la différence de Méridiens entre Toulouse & Paris, de . . . .  $4' 9'' \frac{1}{2}$

## A BOLOGNE, par Messieurs de l'Académie de l'Institut.

A  $10^h 8' 37''$  commencement de l'entrée de Mercure par une Lunette de 22 pieds de Bologne.

10 11 12 Immersion totale.

0 50 50 commencement de la sortie.

0 54 6 Emerision totale.

Suivant

Suivant cette observation, l'intervalle entre l'Immersion totale de Mercure dans le Soleil & le commencement de son Emerfion, a été de  $2^h 39' 38''$ , à 6 secondes près de celui qui a été observé à Thury, & le milieu tiré de ces deux phases, est arrivé à  $11^h 31' 1''$ . Il a été observé à Thury à  $10^h 55' 7''$ . La différence est de  $35' 54''$ , de laquelle retranchant  $6'' \frac{1}{2}$ , dont Thury est plus occidental que Paris, reste la différence de Méridiens entre Bologne & Paris de  $35' 47'' \frac{1}{2}$ .

Cette différence est beaucoup plus petite que celle qui est marquée dans la Connoissance des Temps, de  $37' 8''$ , mais elle s'accorde mieux à celle qui a été déduite des observations des Satellites de Jupiter, qui ont été faites dans les années dernières à Paris & à Bologne.

Suivant les observations du passage de Mercure par le Soleil, M. Manfredi a trouvé l'Angle que la perpendiculaire à la route de Mercure faisoit à l'égard du Cercle horaire, de .....  $23^d 40' 0''$ .

La distance de la route de Mercure au centre du Soleil, de .....  $0 13 58$

La longueur de cette route, de .....  $0 16 45$

Son mouvement horaire apparent sur cette route, de .....  $0 6 10$

Son mouvement apparent sur l'Ecliptique, de .....  $0 6 6$

Le temps de sa conjonction avec le Soleil en longitude à  $11^h 50' 3''$ , & sa latitude pour ce temps, de .....  $0 14 1'$

L'inclinaison de son Orbite à l'égard de l'Ecliptique, de .....  $6 51 0$

Et le vrai lieu du Nœud ascendant de cette Planete en .....  $8 15 9 34$

---

*A VIENNE en Autriche.*

A 10<sup>h</sup> 29' 7" Mercure parut sur le bord du Soleil, où il formoit une échancrûre.

10 31 0 Mercure est entré entièrement.

1 10 4 On voit entre les nuages Mercure très-faible, qui paroît toucher le bord du Soleil.

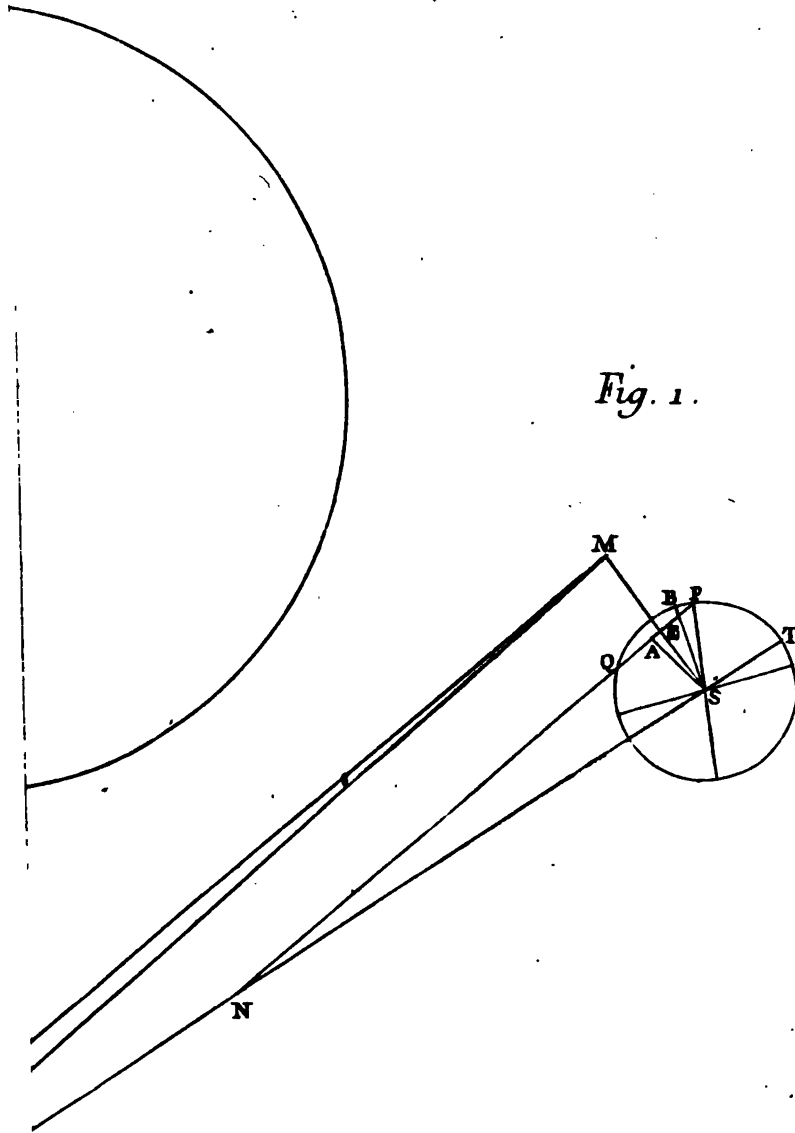
1 13 5 Il est entièrement sorti.

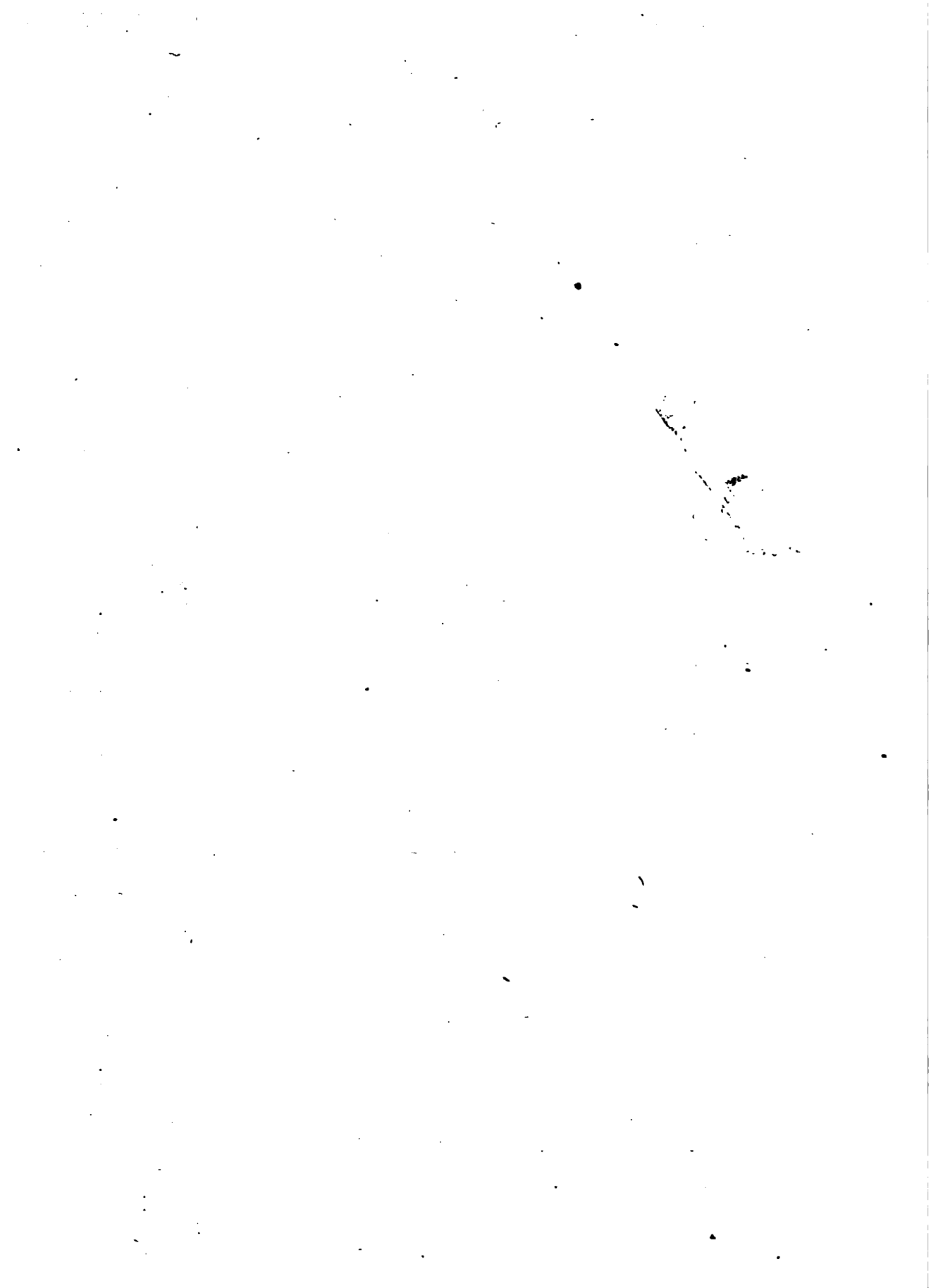
Suivant cette observation, l'intervalle entre l'Immersion totale de Mercure sur le disque du Soleil & le commencement de son Emerfion, a été de 2<sup>d</sup> 39' 4", plus petite de 40 fécondes que suivant l'observation qui en a été faite à Thury, ce qui provient des nuages qui ont empêché d'en déterminer la fin avec précision; c'est pourquoi nous avons employé l'Immersion totale qui est arrivée à Vienne à 10<sup>h</sup> 31' 0", & à Thury à 9<sup>h</sup> 35' 15", ce qui donne la différence de Méridiens entre Vienne & Thury, de 0<sup>h</sup> 55' 45", & entre Vienne & Paris, de 0<sup>h</sup> 55' 39".

Suivant une autre observation faite à Vienne dans le College des Jesuites, Mercure a paru sur le bord du Soleil à 10<sup>h</sup> 29' 19", & il étoit entièrement entré à 10<sup>h</sup> 30' 58". Les nuages empêcherent d'en observer la fin.



*Fig. 1.*





**DE LA MANIERE**  
**DE DETERMINER**  
**LA FIGURE DE LA TERRE**  
*Par la mesure des degrés de Latitude & de Longitude.*

Par M. BOUGUER.

**J**E ne pouvois pas manquer, aussi-tôt que je me trouvai 8 Mars 1738.  
engagé à faire le Voyage du Perou, de travailler à la  
solution de différents Problemes, qui me pourroient servir  
lorsque je voudrois examiner le résultat des opérations astro-  
nomiques & géométriques que nous allions entreprendre.  
J'avois commencé sur cela un Ecrit, que je montrai à M.  
Godin avant même que nous partissions de France, & que  
je ne laissai imparfait que parce que j'appris que M. de Mau-  
pertuis s'étoit tourné vers le même côté. Le Mémoire de cet  
Académicien est enfin parvenu jusqu'à nous, quoique tard,  
avec un Extrait succinct d'un autre de M. Clairaut; & j'en  
ai reçu dans mon particulier cette satisfaction que ne peut  
pas manquer de causer l'élégance qu'on trouve dans tous les  
ouvrages qui sortent de mains si habiles. Cependant comme  
il m'a paru que nous n'avions pas résolu précisément les  
mêmes Problemes, & que nous avions eu des vûes assés  
différentes, du moins M. de Maupertuis & moi, car le trop  
court extrait du Mémoire de M. Clairaut ne me permet pas  
de le connoître assés, j'ai crû que je devois achever mon  
Ecrit, & qu'il pourroit être de quelque utilité.

*METHODE générale de déterminer la figure de la Terre,  
lorsqu'on connoît la grandeur de plusieurs degrés  
de Latitude ou de Longitude.*

Quoiqu'on se donne la peine de mesurer un très-grand nombre de degrés de latitude, on ne connoîtra jamais la nature de la Courbûre entière du Méridien, & on ne pourra pas même découvrir géométriquement le rapport de ses deux axes. Lorsqu'on aura obtenu l'étendue du premier degré, on sçaura quelle est la quantité de la Courbûre proche de l'Équateur, & on en aura le rayon, de même qu'on l'a déjà en France par les opérations de M. Picard & de M. Cassini; mais il faudroit pouvoir mesurer successivement tous les degrés depuis l'Équateur jusqu'au Pole, pour connoître la Courbûre dans tous les points. Puisque l'entreprise n'est pas possible, on ne réussira jamais à déterminer la figure de la Terre qu'en s'aidant de quelques suppositions, & tout ce qu'on fera en multipliant les observations, ce sera simplement de se procurer l'avantage de choisir entre un plus grand nombre d'hypothèses. On pourroit chercher, par exemple, l'Ellipse du genre & de l'espèce convenable dans la multitude infinie que représente l'équation  $q^m - \frac{q^m}{p} x^2 = y^m$ . Si

l'on avoit seulement la grandeur de trois différents degrés de latitude, ou même de longitude, pris à trois différentes distances de l'Équateur, on parviendroit à choisir le genre, en déterminant la valeur de  $m$ , & on établiroit l'espèce, en découvrant le rapport des demi-axes  $p$  &  $q$ . Par un plus grand nombre de mesures, on se mettroit en état de faire un choix plus étendu, on pourroit adjoûter de nouveaux termes à l'équation, & l'examen deviendroit plus parfait, parce qu'il se sentiroit moins de la limitation de l'hypothèse.

Au lieu de faire varier le genre de l'Ellipse, on peut aussi, si on le veut, le rendre d'abord assés élevé, & donner à l'Ellipse divers parametres qu'on fera augmenter ou diminuer jusqu'à ce que toutes les conditions se trouvent remplies.



Le Probleme deviendra toujours déterminé aussi-tôt qu'on emploiera autant de parametres qu'on aura l'étendue de différents degrés de latitude ou de longitude; dans la supposition qu'on en connoisse trois, on choisira l'Ellipse de l'espece convenable dans la multitude infiniment infinie que représente l'équation  $y^2 = p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{m}{q^2} x^4$ . Comme il faudra toujours suivre précisément la même voye dans toutes ces recherches, nous nous bornerons ici à l'Ellipse ordinaire, aussi-tôt que nous aurons suffisamment indiqué la méthode générale sur l'Ellipse qui a trois parametres.

Nous supposons donc d'abord que la Terre est formée autour de l'axe  $AB$  par la révolution de l'Ellipse  $ABDE$ , dont l'équation est  $y^2 = p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{mx^4}{q^2}$ . Cette Ellipse est un Méridien; les points  $A$  &  $B$  sont les deux Poles;  $DE$  est l'Equateur, ou plutôt son diametre, & chaque point, comme  $F$ , décrit un parallele à l'Equateur, dont l'ordonnée  $FG (y)$  est le rayon, pendant que  $CG (x)$  exprime la distance au plan de l'Equateur. Nous aurons  $y (FG) = \sqrt{p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{mx^4}{q^2}}$  &  $dy (FH) = \frac{p^2 q x dx - 2 m x^3 dx}{q^2 \sqrt{p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{mx^4}{q^2}}}$ .

mais pour faire convenir la valeur de  $y$  au rayon  $FG$  du parallele d'une certaine latitude, il faut que nous fassions attention que dans le petit Triangle rectangle  $FHf$  formé par le petit arc  $Ff$  de la courbe, & par les différentielles  $FH$  &  $fH$  des ordonnées  $y$  & des abscissès  $x$ , le petit arc  $Ff$  du Méridien est parallele à l'horison, ou est dans le plan de l'horison, pendant que le petit côté  $Hf$  est parallele à l'axe  $AB$ : d'où il suit que l'angle  $FfH$  est égal à la hauteur du Pole ou à la latitude, & que les différentielles  $HF$  &  $Hf$  de  $y$  & de  $x$  sont entr'elles en même raison que le sinus & le cosinus de la latitude; c'est-à-dire, que si l'on prend  $a$  pour le sinus total, &  $c$  pour le sinus complément de la latitude, ce qui donnera  $\sqrt{a^2 - c^2}$  pour le sinus de la latitude,

nous aurons  $\sqrt{(a^2 - c^2)} : c :: dy = \frac{q p^2 x dx + 2 m x^2 dx}{q^3 \sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{m x^4}{q^3})}}$

:  $dx$ , dont on tire l'équation  $q^3 \sqrt{(a^2 - c^2)} \sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{m x^4}{q^3})} = c p^2 q x + 2 c m x^3$ . Or comme on peut toujours déduire de cette équation la valeur de  $x$ , il n'y aura qu'à l'introduire dans celle  $\sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{m x^4}{q^3})}$  de  $y$ , & on aura le rayon  $FG$  du parallèle de la latitude proposée qui ne contiendra plus d'indéterminées que les seuls paramètres  $m$ ,  $p$  &  $q$ . Ainsi il n'est plus question que d'avoir la grandeur des degrés de longitudes à trois diverses distances de l'Équateur, ou sur trois différents parallèles, afin de connoître les ordonnées, comme  $FG$ , en trois différents endroits; on sçait, aussi exactement qu'il est nécessaire, le rapport qu'a un degré avec le rayon du cercle auquel il appartient; ils sont l'un à l'autre comme 174532 est à 1000000. Mais connoissant trois rayons ou trois ordonnées, comme  $FG$ , on n'aura qu'à les comparer avec la valeur  $\sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2} x^2 - \frac{m x^4}{q^3})}$  de  $y$ , dont on aura dégagé  $x$ , & dans laquelle on aura mis à la place de  $c$  les sinus de complément des trois latitudes. A l'aide des trois équations qu'on aura, il sera toujours possible de déterminer les trois paramètres  $m$ ,  $p$  &  $q$ , qui seront les seules inconnues qu'elles contiendront, & on assignera de cette sorte l'espece qui convient à l'Ellipse.

Ce fera la même chose si l'on a mesuré des degrés de latitude, au lieu de degrés de longitude. Connoissant la grandeur d'un degré du Méridien en  $F$ , on n'aura pas le rayon de ce Méridien, puisque la courbe  $ADBE$  n'est pas exactement circulaire: mais on aura le rayon du cercle auquel le degré est censé appartenir; on aura le rayon  $FI$  de la courbure du Méridien dans le point  $F$ : le degré & le rayon seront toujours l'un à l'autre dans le rapport de 174532 à

100000000. D'un autre côté la formule  $\frac{(dx^2 + dy^2)^{\frac{1}{2}}}{-dx ddy}$  nous

donne 
$$\frac{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2 + \frac{p^2}{q^4}x^4 + \frac{4mp^2}{q^3}x^4 - \frac{m}{q^3}x^4 + \frac{4m^2x^6}{q^6})^{\frac{1}{2}}}{\frac{p^4}{q^4} + \frac{6p^2m}{q^3}x^2 - \frac{3mp^2}{q^3}x^4 - \frac{2m^2x^6}{q^6}}$$
 pour

l'expression de ce même rayon. Il est vrai qu'elle n'est limitée à aucune latitude particulière ; mais il suffit d'y introduire la valeur de  $x$ , qu'on doit tirer de l'équation  $q^3 \sqrt{(a^2 - c^2)} \sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2 - \frac{mx^4}{q^3})} = cp^2qx + 2cmx^3$ , que nous a fourni le rapport que nous avons mis, à cause de la latitude connue, entre les différentielles  $HF$  &  $Hf$ ; & cette expression du rayon  $FI$  ne convenant qu'à la latitude dont  $c$  sera le sinus de complément, ne contiendra plus d'indéterminées que les seuls parametres. C'est pourquoi il suffira, après avoir mis à la place de  $c$  les sinus de complément des trois diverses latitudes, de la comparer aux trois rayons  $FI$  effectivement connus ; & il sera facile, avec les trois équations qui résulteront de cette comparaison, de découvrir les trois parametres qui déterminent les dimensions du Méridien.

#### APPLICATION DE LA SOLUTION PRECEDENTE à l'Ellipse ordinaire.

Comme la méthode ne peut avoir désormais aucune difficulté pour les Lecteurs qui voudront se résoudre à surmonter la longueur du calcul, nous allons l'appliquer à l'Ellipse ordinaire, qui fait un cas particulier. On s'apperçoit aisément que l'examen que nous allons entreprendre est renfermé dans le précédent : car si dans l'équation  $y^2 = p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2 - \frac{mx^4}{q^3}$  de la courbe  $ADBE$  qui sert de Méridien, on suppose nul le parametre, on aura  $y^2 = p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2$  &  $y = \sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2)}$  qui est l'équation d'une ellipse ordinaire ou conique dont

$2p$  &  $2q$  sont les deux axes  $DE$  &  $AB$  : & il est évident que puisque la courbe n'a plus que deux parametres, il suffira maintenant de connoître la grandeur de deux degrés de latitude ou de longitude, ou bien d'un seul de latitude & d'un autre de longitude. La supposition de  $m = 0$  réduit l'expres-

sion générale 
$$\frac{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2 + \frac{p^2}{q^2}x^2 + \frac{4mp^2}{q^3}x^4 - \frac{m}{q^3}x^4 + \frac{4m^2x^6}{q^6})^{\frac{3}{2}}}{\frac{p^2}{q^3} + \frac{6p^2m}{q^3}x^2 - \frac{3mp^2}{q^3}x^4 - \frac{2m^2x^6}{q^6}}$$

du rayon de la développée à  $\frac{(q^4 - q^2x^2 + p^2x^2)^{\frac{3}{2}}}{pq^4}$ , & l'équa-

tion  $q^3 \sqrt{(a^2 - c^2)} \sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2 - \frac{mx^4}{q^3})} = cp^2qx + 2cmx^3$  que nous a fourni le rapport de  $\sqrt{(a^2 - c^2)}$  à  $c$ , que nous avons mis entre  $dx$  &  $dy$ , se réduira en même temps à  $q^3 \sqrt{(a^2 - c^2)} \sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2)} = cp^2qx$ , dont on tire  $x^2 = \frac{a^2p^2q^4 - c^2p^2q^4}{a^2p^2q^4 - c^2p^2q^4 + c^2p^4}$ . Or si nous introduisons

cette valeur de  $x^2$  dans l'expression  $\frac{(q^4 - q^2x^2 + p^2x^2)^{\frac{3}{2}}}{pq^4}$  du rayon  $FI$  de la développée, nous la changerons en  $\frac{a^3p^2q^2}{(a^2q^2 - c^2q^2 + c^2p^2)^{\frac{3}{2}}}$  qui convient à chaque point  $F$  du

Méridien elliptique dont  $c$  est le sinus de complément de la latitude. Nous pourrions nous dispenser de dire que c'est de cette dernière expression qu'il faut se servir dans les Problèmes où la grandeur des degrés du Méridien entre pour quelque chose, puisqu'il est assez clair que  $FI$ , qui est le rayon de la courbure du Méridien en  $F$ , conserve un rapport constant & déterminé avec l'étendue du degré mesuré dans les environs de ce point.

Il n'y a pareillement qu'à introduire la même valeur de  $x^2$  dans l'expression  $\sqrt{(p^2 - \frac{p^2}{q^2}x^2)}$  de  $y$  ou de  $FG$ , qui sert de rayon à chaque parallèle à l'équateur, & nous aurons

$y =$

qui ne contenant plus d'indéterminées que les seuls parametres, nous met en état de résoudre les questions dans lesquelles on employe la grandeur des degrés de longitude. Mais il est à propos, à cause de l'utilité que peuvent avoir ces Problemes, de descendre ici dans un plus grand détail.

1.° Si l'on a mesuré des degrés de latitude en deux endroits différens du Méridien, & qu'on nomme  $G$  &  $g$  leur étendue, nous n'avons qu'à continuer à prendre  $C$  pour le sinus de complément d'une des deux latitudes, de celle, par exemple, du milieu du degré  $g$ , & prendre  $C$  pour le sinus de complément de l'autre à laquelle appartient le degré  $G$ .

Nous aurons  $\frac{a^2 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}}}$  &  $\frac{a^2 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)^{\frac{3}{2}}}$  pour les rayons de la courbure du Méridien dans les deux divers endroits; & comme ces rapports sont proportionnels à l'étendue des degrés, nous pourrons faire cette analogie,

$$\frac{a^2 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}}} : g :: \frac{a^2 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)^{\frac{3}{2}}} : G.$$

Nous en déduisons

$$G \times (a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)^{\frac{3}{2}} = g \times (a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}};$$

$$\text{\& } \frac{p}{q} = \sqrt{\frac{g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)}{C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}}}}$$

qui exprime, en grandeurs entièrement connues, le rapport des deux axes, de l'axe, proprement dit,  $2q$ , & du diamètre  $2p$  de l'Equateur.

Il est vrai que ce n'est point encore connoître absolument les deux axes; mais outre qu'on le peut toujours, en employant, au lieu de l'étendue des degrés, les rayons mêmes de ces degrés, comme nous l'avons expliqué ci-devant, nous pouvons aussi, si nous le voulons, nous aider de la formule que nous venons de trouver. Aussi-tôt que nous avons l'étendue du degré  $g$ , nous avons le rayon de la courbure, & si nous nommons ce rayon  $r$ , & que nous le comparions

à l'expression  $\frac{a^3 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}}}$ , nous aurons . . .

$$r = \frac{a^3 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}}}. \text{ Il ne nous reste plus après cela}$$

qu'à introduire dans cette équation la valeur de  $p$  ou de  $q$

$$\text{tirée de la formule } \frac{p}{q} = \sqrt{\frac{g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)}{G^{\frac{2}{3}} C^2 - g^{\frac{2}{3}} c^2}};$$

nous chasserons de cette sorte une des deux inconnues, &c il sera facile de dégager l'autre : on trouvera

$$2q = \frac{2 \times r^{\frac{1}{2}} \times [a^2 C^2 G^{\frac{2}{3}} - a^2 c^2 G^{\frac{2}{3}} + c^2 C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}}]^{\frac{3}{2}}}{a^3 \times [g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)] \times (C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}})^{\frac{1}{2}}}$$

$$\& 2p = \frac{2 \times r^{\frac{1}{2}} \times [a^2 C^2 G^{\frac{2}{3}} + c^2 C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}} - a^2 c^2 G^{\frac{2}{3}}]^{\frac{3}{2}}}{a^3 \times [g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)]^{\frac{1}{2}} \times (C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}})}$$

*FORMULES auxquelles on aura recours lorsqu'on voudra trouver les grandeurs absolues de l'axe, proprement dit,  $2q$ , & du diamètre  $2p$  de l'Equateur.*

2.° Si au lieu de connoître deux degrés de latitude, on n'en connoît qu'un, mais avec la grandeur d'un degré de longitude sur le parallele correspondant, nous n'avons qu'à continuer de nommer  $g$  l'étendue du degré de latitude, &c désigner celle du second, ou degré de longitude, par  $\gamma$ . Ces degrés étant en même raison que les rayons des cercles auxquels ils appartiennent, ou auxquels ils sont censés appartenir, c'est-à-dire, en même raison que le rayon  $Fl$  de la courbure de l'Ellipse en  $F$ , & le rayon  $FG$  du parallele à l'Equateur,

$$\text{nous aurons } \frac{a^3 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}}} = Fl : g :: \frac{c^2 p^2}{\sqrt{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)}}$$

$$= FG : \gamma, \text{ dont on tire } a^3 q^2 \gamma = a^2 c^2 g q^2 - c^2 g^2 q^2 \\ \& \frac{p}{q} = \sqrt{\frac{a^3 \gamma - a^2 c g + c^2 g}{c^2 g}}, \text{ expression en}$$

grandeurs entièrement connus du rapport des deux axes, laquelle peut s'appliquer, parce qu'elle est générale, aux observations faites, il n'importe par quelle latitude.

Supposé que  $g$  désigne le premier degré de latitude, ou plutôt le degré qui est en partie dans les hémisphères boréal & austral de la Terre, & que le degré de longitude ait été mesuré sur l'Equateur même, le sinus de complément de la latitude sera égal au sinus total, & dans ce cas la formule se réduira à  $\frac{p}{q} = \sqrt{\frac{p}{g}}$ . Ainsi le diamètre  $2p$  de l'Equateur, & l'axe  $2q$  proprement dit, sont alors en même raison que les racines carrées des degrés de longitude & de latitude  $\gamma$  &  $g$ ; & c'est aussi ce qu'il est facile de vérifier.

On n'est point assujetti à comparer le degré de latitude qu'on connoît, avec le degré de longitude correspondant; on peut le comparer avec un degré de longitude mesuré, il n'importe en quel endroit, pourvu qu'on en connoisse la latitude. Si nommant toujours  $g$  le degré du Méridien &  $c$  le sinus complément de la latitude du milieu de ce degré, nous désignons par  $\Gamma$  le degré de longitude, &  $C$  le sinus de complément de la latitude, pendant que  $a$  désigne toujours le sinus total, nous aurons cette proportion  $\frac{a^3 p^2 q^2}{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}}}$

$: g :: \frac{C p^2}{\sqrt{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)}} : \Gamma$ . Nous en tirons l'Equation  $Cg \times (a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}} = a^3 \Gamma q^2 \sqrt{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)}$ , qu'il n'y a qu'à résoudre pour avoir le rapport des deux axes de l'Ellipse.

3.<sup>e</sup> Enfin, si l'on connoît deux degrés de longitude, mesurés à différentes distances de l'Equateur, & que  $\gamma$  désigne la grandeur de l'un, pendant que  $\Gamma$  désigne celle de l'autre, nous n'avons qu'à nommer  $c$  &  $C$  les sinus de complément des deux latitudes; & puisque les degrés de longitude sont en même raison que les rayons, comme  $FG$ , des parallèles sur lesquels ils ont été pris, nous aurons  $\frac{c p^2}{\sqrt{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)}}$

$\gamma :: \frac{Cp^2}{\sqrt{(a^2q^2 - C^2q^2 + C^2p^2)}} : \Gamma$ . Nous en déduirons  
 $C\Gamma\sqrt{(a^2q^2 - C^2q^2 + C^2p^2)} = C\gamma\sqrt{(a^2q^2 - c^2q^2 + c^2p^2)}$   
 dont on tire la formule  $\frac{p}{q} = \frac{\sqrt{(a^2C^2\gamma^2 - C^2c^2\gamma^2 - a^2c^2\Gamma^2 + c^2C^2\Gamma^2)}}{Cc\sqrt{(\Gamma^2 - \gamma^2)}}$   
 qui marque le rapport des axes qu'on vouloit découvrir.

*EXAMEN de la précision qu'on peut obtenir, en cherchant  
 par le moyen des Problemes précédents, le rapport  
 des deux Axes de la Terre.*

Il nous reste maintenant à comparer entr'eux les divers moyens que nous offrent les Problemes que nous venons de résoudre, & à tâcher de découvrir le degré de précision dont chacun est susceptible. L'Observateur, en agissant avec le même scrupule, & avec des instruments de même grandeur, ne doit commettre par-tout que des erreurs renfermées entre certaines limites ; mais ces erreurs, quoique égales, peuvent influencer ensuite diversement dans les résultats, selon la manière dont elles se compliquent, de même que les quantités qu'elles altèrent. La discussion dans laquelle nous allons entrer est donc de la dernière importance : car il s'agit de décider non seulement de l'utilité des Voyages qu'on peut entreprendre pour déterminer la figure de la Terre, mais aussi des opérations auxquelles on doit principalement s'attacher en chaque endroit. Nous employerons pour cela le moyen dont nous nous sommes déjà servi en d'autres occasions, pour choisir, entre diverses méthodes qui sont également bonnes dans la spéculation, celles qu'on doit préférer dans la pratique. Nous considérerons les erreurs dans les *données* comme des différentielles, parce qu'elles sont toujours assez petites par rapport aux quantités mêmes, & nous chercherons ensuite l'effet qu'elles produisent dans chaque résultat, ou dans chaque solution, en les suivant comme on suit une différentielle dans un multinôme.

Nous avons trouvé ci-devant que lorsqu'on connoît deux



degrés  $G$  &  $g$  du Méridien, mesurés par des latitudes différentes, dont les sinus de complément sont  $C$  &  $c$ , le rapport des deux Axes de la Terre est exprimé par la formule

$$\frac{p}{q} = \sqrt{\frac{g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)}{C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}}}}. \text{ Ce rapport ne peut}$$

recevoir d'altération aussi-tôt qu'on attribue aux Méridiens la forme d'une Ellipse conique, que parce qu'on commet quelque erreur, ou en mesurant les deux divers degrés  $g$  &  $G$ , ou que parce qu'on se trompe dans la détermination des latitudes mêmes par lesquelles ils sont, il est facile de s'assurer qu'il n'y a rien à craindre de la seconde erreur, & que tout l'inconvénient vient de la première. Mais on peut se tromper aussi-bien dans la mesure d'un des degrés, que de l'autre : nous supposons ici cependant, afin de rendre notre recherche plus simple, qu'on ne se trompe que dans un seul, mais nous supposons l'erreur double ; il est clair que ce sera précisément la même chose dans le cas présent. Je nomme cette erreur  $dg$ , en la considérant comme la différentielle de  $g$ , & je différentie la formule . . . . .

$$\frac{p}{q} = \sqrt{\frac{g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)}{C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}}}} \text{ pour voir combien}$$

le changement  $dg$ , dans le degré  $g$ , produit d'altération dans le rapport  $\frac{p}{q}$  des deux axes, en faisant augmenter ou diminuer  $p$  de la petite quantité  $dp$  ; il vient . . . . .

$$\frac{dp}{q} = \frac{\frac{2}{3} a^2 C^2 G^{\frac{2}{3}} dg - \frac{2}{3} a^2 c^2 G^{\frac{2}{3}} dg}{g^{\frac{2}{3}} \sqrt{[g^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - c^2) - G^{\frac{2}{3}} \times (a^2 - C^2)] \times (C^2 G^{\frac{2}{3}} - c^2 g^{\frac{2}{3}})^{\frac{1}{2}}}}$$

qui exprime donc l'altération requise pour toutes les différentes espèces de Sphéroïdes elliptiques, aplatis ou allongés dont la Terre peut avoir la figure.

Cette généralité est le fruit ordinaire des calculs analytiques, qui s'étendent à tout ce qui est géométriquement possible ; mais comme nous n'avons pas maintenant besoin

de cette universalité, puisqu'il est certain qu'à prendre les choses physiquement, la Terre n'est gueres éloignée d'être Sphérique, nous pouvons nous arrêter ici à cette figure, non seulement parce qu'elle tient une espece de milieu entre celles qu'ont adoptée les Philosophes qui pensent différemment sur cette matière; mais aussi parce que le changement produit dans le rapport des deux axes par la petite quantité  $dg$ , est toujours sensiblement le même, soit qu'on attribue primitivement à la Terre la forme Ronde, ou quelque autre forme peu différente. Si, fondés sur cela, nous traitons comme égaux (à la petite inégalité  $dg$  près) les degrés  $g$  &  $G$  du Méridien, l'expression précédente se réduira à 
$$\frac{dp}{q} = \frac{a^2 dg}{3g \times (C^2 - c^2)}$$
. Or cette dernière formule qui marque combien la figure Sphérique ou toute autre qui en diffère peu, seroit altérée par l'augmentation ou la diminution  $dg$  que recevroit  $g$ , doit aussi marquer la quantité  $\frac{dp}{q}$  dont on se trompe dans le rapport  $\frac{p}{q}$  des deux Axes de la Terre, lorsque  $dg$ , au lieu de désigner une inégalité réelle, désigne une erreur commise sur la mesure du degré.

On voit par cette formule ce qu'il étoit d'ailleurs assés facile de prévoir, que plus on prend un des degrés du Méridien proche de l'Équateur, & l'autre proche du Pole, plus les conclusions qu'on est en état de tirer sur la figure de la Terre, sont exactes. Alors il y a beaucoup plus d'inégalité entre les degrés du Méridien, supposé qu'il y en ait, & elle donne beaucoup plus de prise aux observations, en perçant, pour ainsi dire, l'obstacle que forment les erreurs qu'il faut toujours se résoudre à commettre. La différence de  $C$  à  $c$  étant plus grande, le dénominateur de la fraction  $\frac{a^2 dg}{3g \times (C^2 - c^2)}$  est plus grand, & la fraction même qui exprime l'erreur qu'on a à craindre dans le rapport des axes, est plus petite. Nous serons à portée, selon cela, dans le milieu de la Zone Torride, de mesurer un des deux degrés dans l'endroit du

Monde le plus avantageux. Le sinus de complément  $C$  de la latitude sera égal au rayon ou sinus total  $a$ , &  $C^2 - c^2$  deviendra égal à  $a^2 - c^2$ . Lorsqu'on comparera donc ce premier degré avec d'autres qui seront éloignés de l'Équateur, ou qui seront par de grandes latitudes, les erreurs qu'on aura à craindre seront plus petites, précisément en même raison que les quarrés  $a^2 - c^2$  des sinus de ces latitudes seront plus grands; de sorte que s'il étoit possible de comparer le premier degré avec le 90<sup>me</sup>, on obtiendrait la figure de la Terre avec deux fois plus de précision qu'en le comparant avec le 45<sup>me</sup>.

Pour sçavoir jusqu'où peut aller cette précision, nous n'avons qu'à estimer l'erreur qu'on peut commettre en mesurant un degré du Méridien. Ce n'est qu'en prenant la mesure de plusieurs ensemble, comme de trois ou de quatre, qu'on peut déterminer la grandeur d'un seul avec quelque exactitude. Car c'est l'unique moyen de partager ou de subdiviser les erreurs qu'on a à craindre, lorsqu'on observe aux deux extrémités de l'arc, dont on veut avoir la mesure, la distance méridienne de la même Étoile au Zénit. On ne tombe dans aucun inconvénient, en partageant l'arc en autant de parties égales qu'il contient de degrés. Car ce n'est pas les traiter comme égaux, c'est simplement supposer qu'ils augmentent ou diminuent également, & c'est ce qui doit être vrai, non seulement dans un espace de trois ou de quatre, mais même de sept ou de huit. Enfin il me paroît que nous ne pouvons gueres assigner moins de 5" à l'erreur  $dg$ : car malgré toutes les précautions imaginables, on peut se tromper de 2 ou de 3" en divers sens sur chacun des degrés  $G$  &  $g$ ; & puisque pour la facilité du calcul, nous en avons supposé un exactement déterminé, nous devons charger l'autre de la totalité de l'erreur. Nous trompant ainsi de 5" sur 3600, c'est comme si nous nous trompions d'une sur 720. Ainsi nous n'avons qu'à introduire 1 & 720 à la place de  $dg$  & de  $g$  dans l'équation  $\frac{dp}{a} = \frac{a^2 dg}{3d \times (C^2 - c^2)}$ , &

# 456 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

nous aurons  $\frac{dp}{q} = \frac{a^2}{2160 \times (C^2 - c^2)}$  par laquelle nous pourrions juger de l'exactitude des conclusions que nous tirerons des observations faites, il n'importe par quelle latitude. Si l'on se propose de comparer les opérations que nous ferons dans la Zone Torride, avec celles que M. Picard ou M. Cassini ont déjà faites en France, on n'a qu'à mettre le sinus total à la place de  $C$ , & le sinus complément de la latitude de Paris à la place de  $c$ , il viendra  $\frac{dp}{q} = \frac{1}{1224}$ , ce qui montre qu'on pourra découvrir par cette comparaison le rapport des deux Axes de la Terre à une 1224<sup>me</sup> partie près.

Si avec le premier degré de latitude on avoit le 67<sup>me</sup>, ou celui qui est coupé par la moitié par le Cercle Polaire, on trouvera par la même formule  $\frac{dp}{q} = \frac{a^2 dg}{38 \times (C^2 - c^2)}$  qu'on obtiendrait le rapport des deux axes à une 1817<sup>me</sup> partie près. Enfin on apprendra par un pareil calcul, que si en pénétrant jusqu'au Pole, on pouvoit mesurer le dernier degré de latitude, on n'auroit plus à craindre, en le combinant toujours au premier, qu'une erreur d'une 2160<sup>me</sup> partie, & c'est la plus grande précision à laquelle on pourra jamais parvenir.

On peut aussi regarder  $dp$  comme donné, &  $dg$  comme inconnue, dans la formule  $\frac{dp}{q} = \frac{a^2 dg}{38 \times (C^2 - c^2)}$ , & on saura, en déterminant  $dg$ , jusqu'à quel point d'exactitude il faut pouvoir mesurer les degrés  $g$  de latitude, pour qu'une certaine inégalité  $dp$  des deux axes n'échappe pas aux observations, ce qui est l'inverse de ce que nous venons de faire, on aura  $dg = \frac{38 dp \times (C^2 - c^2)}{a^2 q}$ ; & si pour faire usage de cette formule, nous supposons que la différence  $dp$ ; entre les deux axes, est d'une 230<sup>me</sup> partie, & que nous cherchions quelle est la différence du premier degré de latitude & du 50<sup>me</sup> dont l'étendue est déjà connue de 57060 toises; nous trouverons en mettant 1 & 230 pour  $dp$  &  $q$ ,  
& en

& en faisant les autres substitutions que *dg*, est de 430 toises, ce qui s'accorde avec la Table de la grandeur des degrés de latitude, qu'a donnée M. Newton. Or il est certain que cette différence, qui vaut environ 27", sera toujours apperçûë aisément, malgré les erreurs auxquelles les opérations sont sujettes, pourvû qu'on se serve d'instruments convenables, & qu'on mesure un assés grand arc du Méridien.

Il n'y aura gueres plus de difficulté à examiner les autres manières de déterminer la figure de la Terre par la mesure des degrés de longitude, quoiqu'il soit nécessaire de discuter un peu davantage l'exactitude avec laquelle on peut avoir cette mesure. Je crois voir je ne sçai combien d'obstacles qui doivent interdire dans cette rencontre les observations des Eclipses des Satellites de Jupiter. Outre que la constitution de l'air peut être assés inégale dans des endroits éloignés l'un de l'autre d'une centaine de lieuës, il me paroît toujours que la différente délicatesse de la vûë des Observateurs ne permet pas de compter sur des déterminations fournies par des Astronomes qui n'ont jamais fait en observant ensemble, dans le même temps & dans le même lieu, aucun essai de leur vûë. La méthode est excellente pour perfectionner les positions géographiques ; 30 ou 40" de temps qui ne donnent au plus que 2 ou 3 lieuës d'erreur, ne tirant pas pour l'ordinaire à conséquence, à cause de la grande distance des lieux où on observe. Mais une erreur deux fois moindre, seroit encore excessive dans la circonstance dont il s'agit, puisque ce seroit sur 5 degrés une 80 ou 60<sup>me</sup> partie. Il est cependant assés difficile qu'on puisse obtenir par ce moyen, une plus grande précision ; car si deux Astronomes ont observé plusieurs fois ensemble, & connoissent le degré de bonté de leur vûë, que sçavons-nous si les fatigues d'un voyage, si les changements qu'éprouvent continuellement toutes nos parties, si enfin un atmosphere plus ou moins dense dans un endroit que dans l'autre, ne causeroit pas encore de plus grandes différences ?

Nous ne faisons donc point difficulté d'assûrer qu'il vaut

*Mem. 1736.*

M m m

beaucoup mieux, comme plusieurs personnes l'ont déjà proposé, avoir recours à l'usage des feux, qu'on puisse voir de très-loin, parce que toute l'incertitude se trouvera presque réduite alors à celle à laquelle on est sujet, en réglant les Pendules sur l'heure vraie. Cette incertitude est légère en comparaison de l'autre; mais il me paroît néanmoins qu'on ne peut gueres se dispenser de la mettre de 1", laquelle étant doublée, fait deux secondes, à cause des observations faites aux deux extrémités de l'arc du Parallèle. Ainsi si les deux termes sont éloignés l'un de l'autre de 40 lieux ou de deux degrés, ce sera une erreur d'une seconde sur chaque degré ou sur 24.0" de temps. Je sçai bien qu'on peut souvent répondre de l'état d'une Horloge à moins d'une seconde; mais ce n'est que dans certains cas particuliers: ce n'est que lorsque la marche est parfaitement régulière, & il faut pour cela que le Ciel soit constamment serein. Ce que le passage du temps humide au temps sec fait sur certaines Pendules, le passage du froid au chaud le fait sur d'autres; & dans le pays de montagnes, où nous sommes, de montagnes assez hautes pour être toujours couvertes de neiges, & pour fixer les nuages, ces changements sont presque continuels. Enfin quand même la Pendule seroit parfaitement bien réglée, l'Observateur ne peut-il pas commettre quelque petite erreur en remarquant l'apparition du signal, & cette apparition se fera-t-elle encore dans un instant indivisible pour les deux Observateurs. Tout cela me fait croire que quoiqu'on fasse bien de se proposer une plus grande précision, & qu'on le doive, il sera non seulement impossible de s'assurer de la grandeur du degré à moins d'une 24.0<sup>me</sup> partie près, mais qu'il faudra même se donner des peines infinies pour ne se pas tromper davantage.

Deux secondes de temps sur une distance de 40 lieux, dirigée Est ou Ouest, font effectivement une 24.0<sup>me</sup> partie lorsqu'on est aux environs de l'Equateur; mais si l'on étoit par une grande latitude, il seroit tout aussi facile de mesurer l'espace de 40 lieux, & supposé qu'on ne se trompât toujours que de deux secondes, l'erreur se trouveroit alors moindre

sur le degré, parce que les 40 lieuës, au lieu de n'en valoir que deux, en vaudroient peut-être trois ou quatre. Par 60 degrés de latitude, ces 40 lieuës vaudroient quatre degrés de longitude, ou 960" de temps, & les deux secondes ne seroient alors par conséquent qu'une erreur de la 480<sup>me</sup> partie. Ainsi il semble qu'il y a de l'avantage à mesurer les arcs de longitude à peu de distance des Pôles, & que l'Equateur est l'endroit le moins propre où l'on puisse faire ces sortes d'opérations. J'ai entendu répéter cette objection un très-grand nombre de fois avant que nous partissions pour le Perou; on la rendoit victorieuse par la manière plausible dont on l'exposoit, & je ne sçache pas que personne y ait encore répondu. J'avois bien expérimenté dès-lors qu'il y a beaucoup plus de difficulté à régler une Pendule en Hiver qu'en Été, & je voyois qu'il devoit y en avoir aussi plus dans les Zones tempérées ou froides, que dans la Zone torride; mais comme je n'avois pas examiné jusqu'où alloit cette difficulté, je n'étois pas en état de faire valoir la réponse autant que je l'eusse pû, je vais montrer qu'il se fait en cela une exacte compensation; que si un espace Est & Ouest, par exemple, de 40 lieuës, vaut un plus grand nombre de secondes de temps par une grande latitude, que par une petite, ce qui fait que l'erreur des deux secondes est moindre à proportion; d'un autre côté il est plus difficile de régler l'Horloge, & cela précisément dans le même rapport; de sorte que tout considéré, on peut mesurer par toute la Terre les degrés des longitudes avec la même exactitude, sans qu'il y ait aucun endroit qui ait à cet égard, quelques avantages particuliers.

Pour constater l'état d'une Pendule par rapport au temps vrai, il faut absolument prendre des hauteurs correspondantes du Soleil; mais soit qu'on se trompe de la plus petite quantité, à rendre les hauteurs du soir parfaitement égales à celles du matin, soit qu'on ne saisisse pas toujours avec assez de précision l'instant où le limbe touche le fil horizontal de la Lunette, il n'arrive que trop souvent que toutes les observations ne s'accordent pas parfaitement. On prend un milieu,

M m m ij

Fig. 2.

ce qui n'ôte que la moitié du mal ; & puisque l'incertitude n'est pas toujours égale, quoique l'Observateur prenne les mêmes précautions, il faut que la même erreur tire plus à conséquence dans un temps que dans l'autre. C'est que les diverses parties des Paralleles que le Soleil décrit, ne sont pas également inclinées par rapport à l'horison, & que cet Astre montant ou descendant avec plus ou moins de promptitude, met plus ou moins de temps à changer de hauteur de la petite quantité dont on se trompe, ce qui altère plus ou moins l'observation. Supposons que le Cercle  $AZBQ$  soit le Méridien,  $BA$  l'Horison,  $N$  &  $P$  les deux Poles du Monde,  $EQ$  l'Equateur céleste, &  $DF$  le Parallele que décrit le Soleil, que nous supposons en  $S$  le matin, & dans un point qui répond à  $s$  le soir, parce que l'Observateur se trompe de la petite quantité  $SI$  à rendre égales les hauteurs du soir & du matin. Quoique nous supposions ici que l'erreur  $SI$  soit toujours la même, il est certain, comme nous venons de le dire, qu'elle n'apportera pas un égal changement  $Ss$  dans l'heure ; mais elle en apportera le moins dans l'endroit du Parallele où la portion  $Ss$  fera le moindre angle qu'il est possible avec le vertical  $ZSG$ , & où par conséquent le Cercle horaire  $NSP$  fait le plus grand angle avec le même vertical. Pour déterminer ce point du Parallele, je considère que dans le Triangle sphérique  $NSZ$ , il y a un rapport constant entre le sinus de l'angle  $NSZ$ , que nous voulons rendre un *maximum*, & le sinus de l'angle  $NZS$ , puisque ces sinus sont en même raison que les sinus des arcs  $ZN$  &  $NS$ , l'un le complément de la latitude de l'endroit où l'on est, & l'autre le complément de la déclinaison du Soleil. C'est-à-dire donc, que si l'angle  $NSZ$  est un plus grand, l'angle  $NZS$ , ou plutôt son sinus, en sera aussi un, & par conséquent l'angle  $NZS$  sera droit, & le cercle  $NSG$  sera le premier vertical. Ainsi on voit que l'instant de la journée le plus propre pour prendre des hauteurs correspondantes du Soleil, c'est lorsque cet Astre passe par le premier vertical, parce que c'est alors que son changement de hauteur est plus



subit, & que la même erreur  $SI$ , commise dans l'observation, produit dans l'heure le moindre effet  $Ss$  qu'il est possible.

On peut se dispenser de suivre cette règle trop scrupuleusement ; il suffit presque toujours, dans la pratique, de l'avoir seulement en vûë, à moins qu'on ne soit dans des pays fort avancés vers l'un ou l'autre Pole, où une différence d'un seul quart de minute dans la hauteur pourroit causer 5 à 6 secondes d'erreur dans le Midi. Il n'est d'ailleurs nullement question ici du changement que peut souffrir dans l'intervalle des observations la déclinaison du Soleil, ce qui altere encore le Midi observé ; car tout défaut qui est parfaitement connu, cesse d'en être un. Mais supposant enfin que tous les Observateurs, en se servant d'instruments également grands, operent avec les mêmes précautions & dans les mêmes circonstances, il est facile de voir que les effets  $Ss$  que produiront dans l'heure les petites erreurs auxquelles ils seront toujours sujets, seront en raison inverse des sinus, complément des latitudes des lieux des Observations. Car dans le petit Triangle rectangle  $SsI$ , qu'on peut considérer comme rectiligne, à cause de la petitesse de ses côtés, & dans lequel nous supposons  $SI$  constant, l'erreur  $Ss$  est comme la sécante de l'angle  $sSI$ , ou en raison inverse du sinus de l'angle  $SsI$  qui est égal à l'angle  $ZSN$ . Mais puisque ce dernier angle a un rapport constant avec le sinus du complément  $NZ$  de la latitude, aussi-tôt que l'Observateur choisit les circonstances les plus favorables, il est clair que  $Ss$  qui est en raison inverse du sinus de l'angle  $SsI$ , ou de l'angle  $ZSN$ , le sera aussi du sinus, complément de la latitude. Ainsi si en mesurant une portion de l'Équateur terrestre, on peut se tromper de 2 secondes de temps, à cause de la difficulté qu'il y a de régler les Pendules, ce qui fait sur 40 lieues ou sur 8 minutes de temps, une 240<sup>me</sup> partie, on sera sujet à la même erreur, en mesurant le même espace sur un parallele fort éloigné de l'Équateur, parce que si cet espace vaut un plus grand nombre de minutes de temps ; on sera aussi sujet, en réglant les Horloges, à une incertitude

qui sera plus grande précisément dans le même rapport. Par 60 degrés de latitude, les 40 lieues vaudront 16 minutes de temps ou 960 secondes, mais on pourra aussi se tromper de 4 secondes, au lieu de 2 secondes, & on aura donc toujours également à craindre une erreur d'une 240<sup>me</sup> partie.

Mais quoique cette erreur soit par-tout la même, ce n'est pas à dire pour cela qu'il soit indifférent de mesurer les degrés de longitude, il n'importe sur quel parallèle : car il est très-possible que la même quantité sur un de ces degrés altere ensuite diversément le rapport des deux axes selon les différents endroits de la Terre où l'on fait les observations. C'est ce que nous pouvons reconnoître aisément, en regardant l'erreur qu'on peut commettre dans l'arc de longitude, comme une différentielle, & en prenant les différences des formules qui expriment le rapport  $\frac{p}{q}$ . Ce rapport est exprimé par

$\sqrt{\frac{a^2\gamma - a^2cg + c^2g}{c^3g}}$  lorsqu'on a la grandeur  $g$  d'un degré de latitude, & celle  $\gamma$  d'un degré de longitude correspondant. En différentiant cette formule, on trouve. . . .

$$\frac{dp}{q} = \frac{a^2 d\gamma}{2cg\sqrt{\left(\frac{a^2\gamma c}{g} - a^2c^2 + c^4\right)}} \text{ qui convient également aux}$$

Sphéroïdes les plus allongés comme aux plus aplatis. Nous la rendrons propre aux Sphéroïdes, qui ne diffèrent que très-peu de la Sphere, si après avoir fait attention que dans ce dernier cas le degré de longitude sur un certain parallèle est au degré de latitude comme le sinus, complément de la latitude du parallèle, est au sinus total, c'est-à-dire, que  $c : a$

$:: \gamma : g = \frac{a\gamma}{c}$ , nous introduisons  $\frac{a\gamma}{c}$  à la place de  $g$ , il

nous viendra  $\frac{dp}{q} = \frac{a^2 d\gamma}{2c^3\gamma}$  qui marque donc combien la figure sphérique, ou toute autre qui en différeroit peu, souffriroit de changements par l'erreur  $d\gamma$  commise dans la mesure du degré  $\gamma$  de longitude. Il est sensible que ce changement est d'autant plus petit que le quarré du sinus,

complément de la latitude, est plus grand, & que c'est par conséquent par des mesures prises aux environs de l'Equateur, du degré de latitude & du degré de longitude, qu'on peut conclurre le rapport des deux axes avec le plus de sûreté.

Si l'on met  $r$  à la place de  $d\gamma$ , & 240 à la place de  $\gamma$ , on aura  $\frac{dp}{q} = \frac{a^2}{480c^2}$ , & il ne restera plus qu'à substituer à la place de  $c$  les sinus de complément des latitudes où l'on se propose de faire les observations. On apprend de cette sorte que par la comparaison des degrés de latitude & de longitude, pris au milieu de la Zone torride, on peut obtenir le rapport des deux axes à une 480<sup>me</sup> partie près, & que par de pareilles observations faites en France, on ne peut approcher qu'à une 207<sup>me</sup> partie, & qu'à une 76<sup>me</sup> par des observations faites vers le Cercle Polaire. Cependant nous négligeons ici l'erreur qu'on peut commettre en mesurant le degré du Méridien, quoiqu'elle ne laisse pas d'être considérable, & qu'elle pût se joindre à l'autre.

Si au lieu de comparer le degré de longitude avec le degré de latitude correspondant, on le comparoit avec un degré de latitude fort éloigné, il faudroit, pour trouver le rapport des

deux axes, résoudre l'équation  $Cg \times (a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)^{\frac{3}{2}} = a^3 \Gamma q^3 \sqrt{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)}$ , & si l'on différentie cette équation, en traitant seulement comme variables  $\Gamma$  &  $p$ , on aura  $3 c^2 Cg p dp \sqrt{(a^2 q^2 - c^2 q^2 + c^2 p^2)} = a^3 q^2 d\Gamma \sqrt{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)} + \frac{a^3 C^2 \Gamma q^2 p dp}{\sqrt{(a^2 q^2 - C^2 q^2 + C^2 p^2)}}$

qu'il ne reste plus qu'à faire convenir plus particulièrement aux Sphéroïdes qui approchent beaucoup d'être sphériques, il n'y a pour cela qu'à traiter les axes  $p$  &  $q$  comme égaux,

& mettre à la place de  $g$  la valeur  $\frac{a\Gamma}{C}$  que nous fournit cette analogie qui a lieu dans la Sphere  $a : g :: C : \Gamma$ , on trouve

$\frac{dp}{q} = \frac{a^2 d\Gamma}{3c^2 - C^2 \times \Gamma}$  ou  $\frac{dp}{q} = \frac{a^2}{720c^2 - 240C^2}$  en mettant

#### 464 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

l'unité & 240 pour  $d\Gamma$  &  $\Gamma$  ; & il ne reste plus qu'à introduire, à la place de  $c$  &  $C$ , les sinus des compléments des latitudes par lesquelles ont été mesurés les degrés de latitude & de longitude. On reconnoît de cette sorte qu'on ne pourroit se flatter d'obtenir le rapport des deux axes de la Terre qu'à une 72<sup>me</sup> partie près, en comparant les degrés de longitude mesurés sur l'Equateur avec le 49 ou le 50<sup>me</sup> degré du Méridien mesuré aux environs de Paris : au lieu qu'on approcheroit beaucoup plus, comme nous l'avons montré, en comparant ce même degré avec le premier du Méridien.

Ainsi on voit qu'il y a du desavantage à comparer le degré de longitude pris sur l'Equateur avec des degrés de latitude éloignés. Le desavantage est même tel, que si l'on vouloit comparer ce même degré avec celui du Méridien mesuré aux environs de 54<sup>d</sup> 44' de latitude, la moindre erreur commise dans les observations produiroit une erreur excessive dans le rapport des deux axes. Nous ne disons pas même encore assés : car si l'axe  $AB$  varioit d'une quantité sensible, il y auroit toujours également un certain endroit  $F$  où le degré du Méridien ne changeroit pas. Ainsi, si pour décider la question de la figure de la Terre, on comparoit ce degré avec celui de l'Equateur, le Probleme se trouveroit *indéterminé*. On doit manquer en effet de moyen pour le résoudre, puisque pendant que ce degré de latitude & celui de l'Equateur, sont d'une certaine grandeur constante, le rapport des deux axes peut être très-différent. C'est ce qui doit encore arriver en général toutes les fois que le degré de longitude sera pris assés proche de l'Equateur, & le degré du Méridien assés proche du Pôle pour que le quarré  $C^2$  du sinus de complément de la latitude du premier soit précisément trois fois plus grand que le quarré  $c^2$  du sinus, complément de la latitude du second. Car alors le dénominateur  $3c^2\Gamma - C^2\Gamma$  se trouvera nul, & la fraction  $\frac{a^2 d\Gamma}{3c^2\Gamma - C^2\Gamma}$  ou  $\frac{a^2}{720c^2 - 240C^2}$  qui exprime l'erreur qu'on a à craindre dans le rapport des deux axes, deviendra infinie par rapport à l'erreur  $d\Gamma$  commise

commise dans la mesure de  $\Gamma$ . La raison de cette singularité, dont le calcul ne fait simplement que nous avertir, se présentera d'elle-même, si l'on suppose que l'axe  $AB$  augmente d'une quantité infiniment petite, pendant que le diamètre  $DE$  de l'Equateur reste invariable. Cette invariabilité de  $DE$  fera que les degrés de l'Equateur seront toujours les mêmes, mais l'allongement, quoiqu'infiniment petit, de l'axe  $BA$ , fera que les degrés du Méridien changeront, ils se trouveront plus grands qu'ils n'étoient vers l'Equateur, & plus petits au contraire vers les Poles. Ainsi il y aura un certain point, comme  $F$ , dans lequel ils n'auront souffert aucun changement, & aux environs duquel ils n'auront changé que d'un infiniment petit du second ordre. Or c'est ce point qu'on ne sçauroit trop éviter lorsqu'on veut prendre la mesure d'un certain degré du Méridien, dans le dessein de le combiner avec un arc de l'Equateur. Car puisque ce degré étant précisément le même, ou n'étant différent que d'un infiniment petit du second ordre, l'axe  $AB$  est différent d'un infiniment petit du premier; c'est une marque que la moindre erreur commise dans le rapport de l'arc de l'Equateur & de ce degré fatal du Méridien, causeroit une altération excessive dans le rapport des deux axes.

Fig. 1.

Mais ce ne sera pas la même chose, si l'on compare au contraire un degré de longitude mesuré vers le Pole avec des degrés du Méridien pris à peu de distance de l'Equateur. Plus le degré de longitude sera pris près du Pole, & le degré de latitude près de l'Equateur, plus  $C$  sera petit &  $c$  grand, & plus la fraction  $\frac{a^2}{720c^2 - 240C^2}$  qui exprime l'erreur qu'on aura à craindre dans le rapport des axes, sera petite. Nous avons vû que le degré de longitude mesuré sur le Cercle Polaire, & comparé avec le degré de latitude correspondant, ne fournissoit le rapport des deux axes qu'à une 76<sup>me</sup> partie près; mais si l'on avoit ce même degré de longitude avec le premier de latitude, on n'auroit plus à craindre dans le rapport dont il s'agit, qu'une erreur d'une 682<sup>me</sup> partie, & cela,

Mem. 1736.

N n n

en supposant toujours les mêmes défauts dans les observations.

Enfin nous avons trouvé ci-devant que la formule

$$\frac{p}{q} = \frac{\sqrt{(a^2 C^2 \gamma^2 - C^2 c^2 \gamma^2 - a^2 c^2 \Gamma^2 + c^2 C^2 \Gamma^2)}}{C c \sqrt{(\Gamma^2 - \gamma^2)}} \text{ exprime le rapport}$$

des deux axes, lorsqu'on connoît la grandeur des degrés de longitude par deux différentes latitudes. En différenciant cette formule, il vient . . . . .

$$\frac{dp}{p} = \frac{-a^2 c^2 \Gamma d\Gamma + c^2 C^2 \Gamma d\Gamma}{C c \sqrt{(\Gamma^2 - \gamma^2)} \sqrt{(a^2 C^2 \gamma^2 - C^2 c^2 \gamma^2 - a^2 c^2 \Gamma^2 + c^2 C^2 \Gamma^2)}} \\ - \frac{\Gamma d\Gamma \sqrt{(a^2 C^2 \gamma^2 - C^2 c^2 \gamma^2 - a^2 c^2 \Gamma^2 + c^2 C^2 \Gamma^2)}}{C c \times (\Gamma^2 - \gamma^2)^{\frac{3}{2}}}; \text{ \& si l'on met}$$

à la place de  $\gamma$  la valeur  $\frac{c\Gamma}{C}$  que fournit l'analogie  $C : \Gamma$

::  $c : \gamma$  qui a lieu dans la Sphere, on réduira cette équation

$$\text{différentielle à } \frac{dp}{q} = \frac{a^2 d\Gamma}{\Gamma \times (C^2 - c^2)} \text{ \& à } \frac{dp}{q} = \frac{a^2}{120 \times (C^2 - c^2)}$$

en mettant 240 à la place de  $\Gamma$ , & 2 à la place de  $d\Gamma$ , parce qu'il faut charger le degré  $\Gamma$  des erreurs qu'on peut également commettre dans la mesure des deux. Ces deux dernières formules montrent que plus les degrés de longitude ont été mesurés, l'un sur un parallele proche de l'Equateur, & l'autre par une grande latitude, plus on est en état de porter un jugement exact sur la figure de la Terre. Mais la plus grande précision à laquelle on peut parvenir par cette méthode, est de ne se pas tromper d'une 120<sup>me</sup> partie, & encore faudroit-il pour cela comparer avec le degré de longitude pris sur l'Equateur, un degré pris tout-à-fait proche du Pole.

Il résulte de tout cela que la mesure des degrés de longitude n'est gueres propre pour décider la question qui partage aujourd'hui les Mathématiciens sur la figure de la Terre. Si l'on s'arrêtoit à les vouloir comparer les uns aux autres, la différence des deux axes qui n'est pas vraisemblablement fort grande, pourroit être absorbée par les erreurs des observations, & on pourroit même croire que la Terre seroit applatie ou oblongue pendant qu'elle auroit une forme toute contraire.

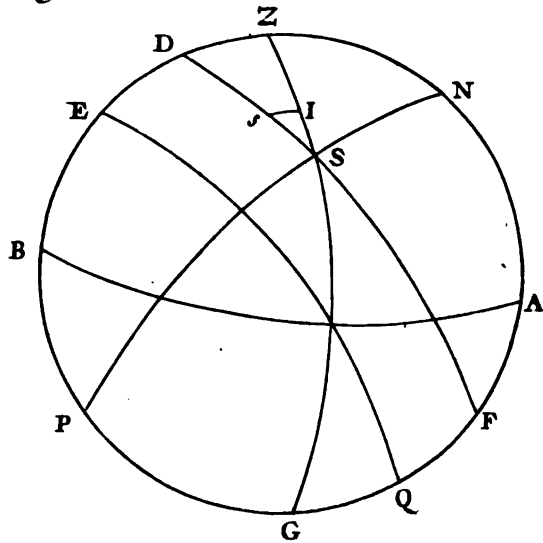
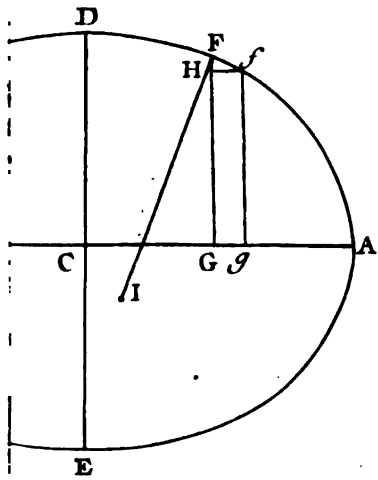
Il est vrai qu'on peut combiner avec succès ces degrés avec ceux du Méridien ; mais il ne faut pas comparer les degrés de l'Equateur avec des degrés de latitude éloignés, il faut au contraire comparer des degrés de longitude pris vers le Pole, avec des degrés du Méridien pris vers l'Equateur : nous avons vû que cette voye est susceptible d'une assez grande exactitude. Cependant la précision qu'on peut obtenir par ce moyen, est toujours fort éloignée de celle à laquelle on peut prétendre par les degrés du Méridien comparés les uns avec les autres. Nous devons même adjoûter que si la différence des axes est trop petite pour ne pouvoir pas être apperçûë par la combinaison, nous ne disons pas du premier degré de latitude & du 67<sup>me</sup>, mais du premier & de ceux même qu'on a mesurés en France, il est absolument inutile de penser à la mesure d'aucun arc de longitude.

Il faut d'ailleurs remarquer que nous avons supposé les erreurs les plus petites qu'il nous a été possible, & que si au lieu de les mettre de 2 secondes de temps sur deux degrés, nous les avons mises de 3 ou de 4", nous eussions encore donné plus de force à nos assertions. Toutes les solutions dans lesquelles on employe la grandeur des degrés de longitude, se trouveroient sujettes à une erreur plus grande ; mais cela ne changeroit rien dans l'avantage ou le desavantage qu'elles ont les unes par rapport aux autres. Il n'est donc que trop certain que nous ne devons pas borner nos opérations dans la Zone torride, à déterminer la grandeur de quelques degrés de l'Equateur : car pour en tirer parti, il faut absolument avoir quelques degrés correspondants du Méridien ; mais dans ce cas la mesure des degrés de longitude devien-droit inutile, puisqu'il vaudroit incomparablement mieux comparer les degrés de latitude que nous aurions, avec ceux qu'on a déjà en France, ou ceux qu'on aura vers les extrémités septentrionales d'Europe, que de les comparer avec les degrés de l'Equateur ; ce qui fourniroit une détermination trop grossière par rapport à l'autre, pour qu'on pût y adjoûter la moindre foi. Si d'un autre côté on obtient vers le Cercle

Polaire la grandeur de quelques degrés, soit de latitude, soit de longitude; ce n'est pas non plus avec les degrés de l'Equateur qu'il faut les combiner, mais avec le premier degré de latitude. Ainsi tout conspire à nous montrer que nous devons nous attacher principalement dans notre Voyage, à déterminer avec soin l'étendue d'un arc du Méridien, & que nous ne devons travailler ensuite à la mesure des degrés de longitude, pour confirmer la première opération, que supposé que, contre toute apparence, nous trouvions que la différence des deux axes de la Terre est très-considérable, comme d'une 50<sup>me</sup> ou 60<sup>me</sup> partie : car si elle n'étoit que d'une 200 ou 300<sup>me</sup> partie, il seroit absurde de la vouloir découvrir par une méthode qui peut se tromper d'une plus grande quantité.



*Fig. 2*





---

# OBSERVATIONS DU THERMOMETRE,

*Faites à Paris pendant l'année M. DCCXXXVI.*

*Comparées avec celles qui ont été faites pendant la même  
année dans différentes parties du Monde.*

Par M. DE REAUMUR.

Nous nous croyons d'autant plus obligés de continuer de publier les Observations du Thermometre pour chaque année, que nous voyons augmenter journellement le nombre des Observateurs qui veulent bien se charger du soin de les faire, & qui ont l'attention de les communiquer à l'Académie. Nous avons lieu d'espérer qu'en peu d'années nous sçaurons jusqu'où vont ordinairement le plus grand froid & le plus grand chaud des différents Climats où le Commerce conduit des habitants des nôtres. Nous commencerons par rapporter les observations que nous avons faites nous-même pendant dix mois de l'année 1736, soit à Paris, soit à Charenton, & celles que nous avons faites pendant les deux autres mois, pendant ceux de Septembre & d'Octobre, tant en Poitou que dans la route que nous avons prise, soit pour nous y rendre, soit pour en revenir. Après ces observations nous donnerons celles qui nous ont été communiquées de différents pays. Dans toutes celles qu'on trouvera ci-après, lorsque ce trait — est tiré au dessus d'un chiffre, il signifie que le degré de froid, marqué par le chiffre, est au dessous de la congélation, ainsi  $\overline{4^d}$  signifie quatre degrés de froid au dessus de celui qui gele l'eau d'un vase.

## JANVIER. [1736.] FEVRIER.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 7	à $5\frac{1}{8}$	à $2\frac{1}{2}$	à $5\frac{1}{4}$	1	à $6\frac{1}{2}$	à 2	à $2\frac{1}{2}$	à 5
2		$0\frac{1}{2}$		$1\frac{1}{2}$	2		$2\frac{1}{2}$		$5\frac{1}{4}$
3		$3\frac{3}{4}$		$0\frac{1}{4}$	3		$2\frac{1}{2}$		$4\frac{1}{2}$
4		3		$1\frac{1}{4}$	4		2		$6\frac{1}{2}$
5		$0\frac{3}{4}$		$5\frac{1}{4}$	5		$3\frac{1}{4}$		$10\frac{1}{4}$
6		$0\frac{1}{4}$		$6\frac{1}{8}$	6		5		$7\frac{1}{2}$
7		$2\frac{3}{4}$		$7\frac{1}{4}$	7		$2\frac{1}{2}$		$6\frac{1}{2}$
8		$3\frac{1}{4}$		$6\frac{1}{4}$	8		$4\frac{1}{2}$		$8\frac{1}{2}$
9		$5\frac{1}{2}$		$6\frac{1}{2}$	9		$5\frac{1}{2}$		$8\frac{1}{4}$
10		5		6	10		$5\frac{1}{2}$		$7\frac{1}{2}$
11		$0\frac{3}{4}$		2	11		5		7
12		$1\frac{1}{4}$		$5\frac{1}{4}$	12		$4\frac{1}{4}$		$6\frac{1}{2}$
13		$6\frac{1}{4}$		$7\frac{1}{2}$	13		$2\frac{1}{2}$		4
14		$5\frac{1}{2}$		$7\frac{1}{2}$	14		$1\frac{1}{2}$		$7\frac{1}{2}$
15		$5\frac{1}{2}$		9	15		$4\frac{1}{2}$		$8\frac{1}{2}$
16		$5\frac{1}{2}$		$8\frac{1}{2}$	16		5		$6\frac{1}{4}$
17		$6\frac{1}{4}$		9	17		$3\frac{1}{4}$		$5\frac{1}{4}$
18		$6\frac{1}{4}$		$6\frac{1}{4}$	18		$0\frac{1}{2}$		1
19		$2\frac{1}{2}$		$6\frac{1}{4}$	19		0		$2\frac{1}{2}$
20		$5\frac{1}{2}$		$8\frac{1}{4}$	20	à Charenton.	$2\frac{1}{2}$		$8\frac{1}{4}$
21		5		$9\frac{1}{2}$	21		2		5
22		$5\frac{1}{2}$	à midi.	9	22		1		3
23			{ 2.	7	23		$1\frac{3}{4}$		$\frac{1}{4}$
24		$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{4}$	24		$4\frac{1}{2}$	à $1\frac{1}{4}$	2
25		5		8	25		$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
26		4		6	26		$1\frac{1}{2}$		2
27		6		7	27		3		4
28		$1\frac{1}{4}$		5	28		$2\frac{1}{2}$		2
29	à $6\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$		7	29		0		4
30		$6\frac{1}{2}$		$9\frac{1}{4}$					
31		$5\frac{1}{2}$		$9\frac{1}{2}$					

M A R S.

[1736.]

A V R I L.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 6 $\frac{1}{2}$ . . . . .	à $\frac{1}{2}$	à 3 . . . . .	à 3	1	à 6 . . . . .	8	à 3 . . . . .	à 14
2	. . . . .	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	2	2	. . . . .	9	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$
3	. . . . .	5 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10	3	. . . . .	8	. . . . .	14
4	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	. . . . .	11	4	. . . . .	7 $\frac{1}{4}$	. . . . .	13
5	. . . . .	4	. . . . .	7 $\frac{3}{4}$	5	. . . . .	6 $\frac{3}{4}$	. . . . .	14
6	. . . . .	2 $\frac{1}{4}$	. . . . .	4	6	. . . . .	8	. . . . .	14
7	. . . . .	1	. . . . .	5	7	. . . . .	6	. . . . .	14 $\frac{1}{4}$
8	. . . . .	2	. . . . .	5 $\frac{1}{2}$	8	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$
9	. . . . .	3	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	9	. . . . .	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	13
10	. . . . .	3 $\frac{1}{4}$	à 3 . . . . .	8 $\frac{1}{4}$	10	. . . à Paris . . .	7	. . . . .	14 $\frac{3}{4}$
11	. . . . .	4 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	5 $\frac{1}{2}$	11	. . . . .	7	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$
12	. . . . .	1 $\frac{1}{2}$	. . . . .	5 $\frac{1}{2}$	12	. . . . .	6	. . . . .	14 $\frac{3}{4}$
13	. . . . .	2 $\frac{1}{2}$	. . . . .	3	13	. . . . .	7	. . . . .	15 $\frac{1}{2}$
14	. . . . .	$\frac{1}{4}$	. . . . .	5	14	. . . . .	7	. . . . .	14 $\frac{3}{4}$
15	. . . . .	2 $\frac{3}{4}$	. . . . .	6 $\frac{3}{4}$	15	à 5 $\frac{1}{2}$ . . . . .	5	. . . . .	12 $\frac{3}{4}$
16	. . . . .	2	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	16	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$
17	. . . . .	1	. . . . .	9	17	. . . . .	6 $\frac{1}{4}$	. . . . .	10 $\frac{1}{4}$
18	à 6 . . . . .	6	. . . . .	8	18	. . . . .	3 $\frac{2}{3}$	. . . . .	10
19	. . . . .	1 $\frac{1}{2}$	. . . . .	6 $\frac{1}{2}$	19	. . . . .	3	. . . . .	13 $\frac{1}{4}$
20	. . . . .	1 $\frac{3}{4}$	. . . . .	9	20	. . . . .	3 $\frac{1}{4}$	. . . . .	13
21	. . . . .	1	. . . . .	8	21	. . . . .	5 $\frac{1}{4}$	. . . . .	11
22	. . . . .	3	. . . . .	8 $\frac{1}{4}$	22	. . . . .	2	. . . . .	8
23	. . . . .	2 $\frac{1}{2}$	à 3 . . . . .	10	23	. . . . .	1 $\frac{1}{4}$	. . . . .	9 $\frac{1}{4}$
24	. . . . .	3	. . . . .	11	24	. . . . .	3	. . . . .	12
25	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	13	25	à Charenton . . .	3 $\frac{1}{4}$	. . . . .	13 $\frac{1}{2}$
26	. . . . .	5	. . . . .	14	26	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10
27	à Charenton . . .	5 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15 $\frac{1}{4}$	27	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10
28	. . . . .	6	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$	28	. . . . .	4 $\frac{3}{4}$	à 2 . . . . .	10
29	. . . . .	4	. . . . .	12	29	. . . . .	3 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	13
30	. . . . .	6	. . . . .	12	30	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	13 $\frac{1}{4}$
31	. . . . .	6 $\frac{3}{4}$	. . . . .	11					

M A I. [1736.]

J U I N.

J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.	J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.
	Heures. Degrés.	Heures. Degrés.		Heures. Degrés.	Heures. Degrés.
1	à 5 $\frac{1}{2}$ . . . . . à 8 $\frac{1}{2}$	à 3 . . . . . à 14	1	à 5 $\frac{1}{2}$ . . . . . à 12	à 3 $\frac{1}{2}$ . . . . . à 22 $\frac{1}{2}$
2	. . . . . 9	2 . . . . . 14 $\frac{1}{4}$	2	. . . à Paris . . 13	3 . . . . . 18
3	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	3 . . . . . 17	3	5 . . . . . 11 $\frac{1}{4}$	3 . . . . . 13
4	. . . . . 9 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 $\frac{1}{4}$	4	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 10 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 13 $\frac{1}{2}$
5	. . . à Paris . . 9 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$	4	9 . . . . . 9	. . . . . 17 $\frac{1}{4}$
6	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 11 $\frac{1}{4}$	{ 1 . . . . . 19	5	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 8	. . . . . 15 $\frac{1}{4}$
7	. . . . . 12 $\frac{1}{4}$	{ 3 . . . . . 17	6	à Charenton 9	3 . . . . . 15 $\frac{1}{4}$
8	. . . . . 9 $\frac{1}{4}$	. . . . . 17	7	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 9 $\frac{1}{2}$	. . . . . 15
9	5 $\frac{1}{2}$ à Charenton 9	. . . . . 17 $\frac{1}{4}$	8	. . . . . 9 $\frac{1}{2}$	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$
10	. . . . . 9 $\frac{1}{4}$	. . . . . 20 $\frac{1}{2}$	9	. . . à Paris . . 11	. . . . . 17 $\frac{1}{2}$
11	. . . . . 9 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 17 $\frac{1}{2}$	10	. . . . . 11 $\frac{1}{4}$	. . . . . 15
12	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 8	2 . . . . . 13	11	. . . . . 10	. . . . . 17
13	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 4	3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 11 $\frac{1}{2}$	12	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 12	. . . . . 18 $\frac{1}{2}$
14	. . . . . 4 $\frac{1}{2}$	3 . . . . . 10 $\frac{1}{2}$	13	. . . . . 10 $\frac{3}{4}$	. . . . . 21 $\frac{1}{2}$
15	. . . . . 6 $\frac{1}{4}$	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	14	. . . . . 12	. . . . . 23
16	. . . à Paris . . 8 $\frac{1}{4}$	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	15	. . . . . 13 $\frac{1}{4}$	. . . . . 23
17	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	16	. . . . . 15	. . . . . 20
18	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	17	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 11	. . . . . 17
19	. . . à Charenton 5 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 13 $\frac{1}{2}$	18	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 12	. . . . . 20
20	. . . . . 6 $\frac{1}{2}$	3 . . . . . 14 $\frac{1}{2}$	19	6 . . . . . 15	. . . . . 20 $\frac{1}{4}$
21	. . . . . 8	. . . . . 14 $\frac{1}{2}$	20	5 . . . . . 14	3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 21 $\frac{1}{2}$
22	. . . . . 8	3 $\frac{1}{4}$ . . . . . 14	21	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 13 $\frac{2}{3}$	. . . . . 21 $\frac{1}{4}$
23	. . . . . 4	. . . . . 14	22	. . . . . 12 $\frac{1}{4}$	. . . . . 21 $\frac{1}{4}$
24	. . . . . 9	3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 15	23	. . . . . 14 $\frac{1}{4}$	. . . . . 21 $\frac{1}{2}$
25	. . . . . 9	3 . . . . . 18	24	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 14	. . . . . 15
26	5 $\frac{1}{4}$ . . . à Paris . . 10	3 $\frac{1}{4}$ . . . . . 19	25	. . . . . 10	. . . . . 16 $\frac{1}{4}$
27	. . . . . 11	2 $\frac{1}{4}$ . . . . . 20 $\frac{1}{2}$	26	. . . . . 10 $\frac{3}{4}$	3 . . . . . 15
28	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 13	3 . . . . . 19	27	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 11	. . . . . 13
29	à Charenton . . 11	. . . . . 21 $\frac{1}{2}$	28	5 $\frac{1}{2}$ . . . . . 10	. . . . . 16
30	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 13 $\frac{3}{4}$	{ 2 . . . . . 23	29	. . . . . 11	. . . . . 18
31	5 . . . . . 11 $\frac{1}{2}$	{ 3 . . . à Paris . . 23 $\frac{1}{4}$	30	5 $\frac{1}{4}$ . . . . . 12	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$
		3 $\frac{1}{2}$ . . . . . 21 $\frac{1}{2}$			

JUILLET.

JUILLET.

[1736.]

A O U S T.

J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.	J.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.
	Heure. Degré.	Heure. Degré.		Heure. Degré.	Heure. Degré.
1	à 5 $\frac{1}{2}$ . . . . à 9 $\frac{1}{2}$	à 3 . . . . . à 18 $\frac{1}{2}$	1	à 5 $\frac{1}{2}$ . . . . à 15 $\frac{3}{4}$	à 3 $\frac{1}{2}$ . . . . à 22 $\frac{1}{2}$
2	. . . . . 12	3 . . . . . 18 $\frac{1}{2}$	2	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	. . . . . 24
3	. . . . . 13 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 22	3	. . . . . 15 $\frac{1}{2}$	. . . . . 25
4	. . . . . 12	3 . . . . . 20	4	. . . . . 14 $\frac{1}{2}$	3 . . . . . 22 $\frac{1}{2}$
5	. . . . . 12	2 . . . . . 18 $\frac{1}{2}$	5	. . . . . 14	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 16
6	. . . . . 11	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 19 $\frac{1}{4}$	6	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$
7	. . . . . 12	. . . . . 22	7	. . . . . 13	. . . . . 17 $\frac{1}{2}$
8	. . . . . 15 $\frac{3}{4}$	. . . . . 24 $\frac{1}{2}$	8	. . . . . 13 $\frac{3}{4}$	3 . . . . . 21 $\frac{1}{2}$
9	. . . . . 13 $\frac{1}{4}$	. . . . . 22 $\frac{1}{2}$	9	. . . . . 11	. . . . . 20
10	. . . . . 15 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 24 $\frac{1}{2}$	10	. . . . . 13	. . . . . 22
11	... à Paris... 15 $\frac{1}{4}$	3 . . . . . 21 $\frac{1}{4}$	11	. . . . . 15 $\frac{1}{2}$	. . . . . 24 $\frac{1}{2}$
12	. . . . . 13 $\frac{3}{4}$	{ 1 . . . . . 23	12	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ à Charenton... 25
		{ 3 . . . . . 17	13	. . . . . 15	. . . . . 24 $\frac{1}{2}$
13	. . . . . 14 $\frac{1}{2}$	3 . . . . . 19	14	. . . . . 16	3 . . . . . 28 $\frac{3}{4}$
14	. . . . . 14 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 20	15	. . . . . 18	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 19 $\frac{1}{2}$
15	.. à Charenton 11	. . . . . 12	16	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$	à Malnouë... 22
16	. . . . . 10	. . . . . 13	17	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$	. . . . . 22
17	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 19 ou 20	18	6 . . . . . 15	3 . . . . . 19 $\frac{1}{2}$
18	. . . . . 11	3 . . . . . 19	19	5 $\frac{1}{2}$ . . . . 13	. . . . . 19 $\frac{1}{2}$
19	6 . . . . . 11	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 20 $\frac{1}{4}$	20	. . . . . 13	. . . . . 20
20	5 $\frac{1}{2}$ . . . . 14	. . . . . 20	21	. . . . . 12 $\frac{3}{4}$	. . . . . 20 $\frac{3}{4}$
21	.. à Paris... 12 $\frac{3}{4}$	. . . . . 20	22	. . . . . 13	. . . . . 21 $\frac{1}{4}$
22	. . . . . 13	. . . . . 23 $\frac{1}{4}$	23	. . . . . 13	. . . . . 18 $\frac{1}{2}$
23	. . . . . 15	. . . . . 23	24	. . . . . 11	. . . . . 20
24	. . . . . 16	. . . . . 25	25	. . . . . 13	. . . . . 21 $\frac{1}{2}$
25	. . . . . 14	. . . . . 20	26	. . . . . 11 $\frac{1}{4}$	. . . . . 18
26	. . . . . 12 $\frac{1}{2}$	. . . . . 20	27	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 14
27	. . . . . 11 $\frac{1}{2}$	. . . . . 21	28	. . . . . 8	. . . . . 15
28	. . . . . 12	. . . . . 23	29	.. à Paris.. 8 $\frac{1}{2}$	. . . . . 16 $\frac{1}{2}$
29	.. à Charenton 14 $\frac{1}{2}$	3 . . . . . 25 $\frac{1}{2}$	30	. . . . . 9	. . . . . 16
30	. . . . . 16 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 29 $\frac{1}{2}$	31	. . . . . 10	{ 1 $\frac{1}{2}$ . . . . 19 $\frac{1}{2}$
31	. . . . . 16	3 $\frac{1}{2}$ . . . . 20			{ 3 . . . . . 18

SEPTEMBRE. [1736.] OCTOBRE.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 5 $\frac{1}{2}$ . . . . .	à 11 $\frac{1}{4}$	à 2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	à 18 $\frac{1}{2}$	1	à 6 $\frac{1}{2}$ . . . . .	à 4 $\frac{1}{4}$	à 2 $\frac{1}{2}$ à 3 . . .	à 14
2	. . . . .	10 $\frac{2}{3}$	3 . . . . .	17 $\frac{1}{4}$	2	. . . . .	5	2 . . . . .	15
3	. . . . .	13	2 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	3	. . . . .	2 $\frac{1}{2}$	2 . . . . .	15 $\frac{1}{2}$
4	. . . . .	13 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	19	4	. . . . .	8 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	13 $\frac{1}{2}$
5	. . . . .	11 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	19 $\frac{2}{3}$	5	. . . . .	7	2 . . . . .	9 $\frac{1}{2}$
6	. . . . .	13	1 . . . . .	20	6	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	13
7	à Etampes . . .	10 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ à Châtres .	18	7	. . . . .	2	. . . . .	14 $\frac{1}{2}$
8	à Artenay . . .	10	2 $\frac{1}{2}$ à Thoury .	20 $\frac{1}{2}$	8	. . . . .	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	13 $\frac{1}{2}$
9	à Clery . . . . .	12	2 $\frac{1}{2}$ à Orléans .	18	9	. . . . .	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15 $\frac{1}{2}$
10	à Blois . . . . .	8 $\frac{1}{2}$	3 à S. <sup>t</sup> Dié . .	18 $\frac{1}{4}$	10	. . . . .	8	. . . . .	13 $\frac{1}{2}$
11	à Amboise . . .	10 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ à Efcure . .	18	11	. . . . .	$\frac{1}{2}$	. . . . .	12
12	à Langès . . . .	8 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ près Tours	20 $\frac{1}{2}$	12	. . . . .	3	. . . . .	14
13	à Saumur . . . .	11 $\frac{1}{2}$	Sur la levée, près la Chapelle blanche.	22	13	. . . . .	7	. . . . .	11 $\frac{1}{2}$
14	5 $\frac{1}{2}$ à Thouars .	9 $\frac{1}{2}$	. . . près Montreuil .	18	14	7 . . . . .	8 $\frac{1}{2}$	. . . . .	10 $\frac{1}{2}$
15	5 $\frac{1}{2}$ à Breffuire .	11	. . . à Breffuire .	17	15	6 . . . . .	8 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15
16	6 $\frac{1}{2}$ à Reaumur .	14 $\frac{1}{2}$	4 à Reaumur .	17	16	. . . . .	11 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15 $\frac{1}{2}$
17	6 . . . . .	10 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	17	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	. . . . .	
18	. . . . .	13 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	17 $\frac{1}{2}$	18	. . . . .	5	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$
19	. . . . .	14	3 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	19	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$	. . . . .	12 $\frac{1}{2}$
20	. . . . .	14	. . . . .	23	20	4 $\frac{1}{2}$ . . . . .	13	3 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$
21	. . . . .	9	. . . . .	19 $\frac{1}{2}$	21	6 $\frac{1}{2}$ à Breffuire .	6 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ à Thouars .	12
22	. . . . .	7 $\frac{1}{2}$	. . . . .	16 $\frac{1}{2}$	22	6 à Thouars . .	9	2 avant Saumur	18 $\frac{1}{2}$
23	. . . . .	9 $\frac{1}{2}$	. . . . .	15 $\frac{1}{2}$	23	5 $\frac{1}{2}$ à Saumur . .	11 $\frac{1}{2}$	à la Chapelle blanche	16 $\frac{1}{2}$
24	. . . . .	3	. . . . .	13 $\frac{2}{3}$	24	6 $\frac{1}{2}$ à Langès . .	8	. . . près Tours	19 $\frac{1}{2}$
25	. . . . .	5 $\frac{1}{2}$	2 . . . . .	13 $\frac{2}{3}$	25	7 à Amboise . .	9	1 $\frac{1}{2}$ sur la levée	20 $\frac{1}{2}$
26	. . . . .	9	3 . . . . .	15 $\frac{1}{2}$	26	5 $\frac{1}{2}$ à Blois . . .	10 $\frac{1}{2}$	2 à S. Laurent des Eaux	20
27	. . . . .	7	. . . . .	15	27	. . . à Clery . . .	10	. . . Forêt d'Orléans	11 $\frac{1}{2}$
28	. . . . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . . .	13 $\frac{1}{2}$	28	6 $\frac{1}{2}$ à Thoury . .	4 $\frac{1}{2}$	. . . près d'Etampes	10 $\frac{1}{2}$
29	. . . . .	2	2 $\frac{1}{2}$ 3 . . . . .	14	29	6 à Etampes . .	2	. . . près Châtea	6
30	. . . . .	2	2 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	30	6 $\frac{1}{2}$ . . . . .	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . . .	7
31	. . . . .	2	2 $\frac{1}{2}$ 3 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	31	. . . . .	6	. . . . .	10



## NOVEMBRE. [1736.] DECEMBRE.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heur.	Degré.	Heur.	Degré.		Heur.	Degré.	Heur.	Degré.
1	à 6 $\frac{1}{2}$ à Charenton	à 6	à 2	à 10	1	à 7	à 6 $\frac{1}{2}$	à 2	à 9
2	7	7		9 $\frac{1}{2}$	2		7 $\frac{1}{4}$	12 $\mathcal{U}$ 3	8
3		6 $\frac{1}{2}$		9 $\frac{1}{2}$	3		7	2	8 $\frac{1}{2}$
4		6		9 $\frac{3}{4}$	4		3		7 $\frac{1}{4}$
5		9 $\frac{1}{2}$		11 $\frac{1}{2}$	5		6 $\frac{1}{2}$		7 $\frac{1}{2}$
6		6	à Malnoue.	12	6		8 $\frac{1}{3}$		9 $\frac{1}{4}$
7		10		14 $\frac{1}{2}$	7		5 $\frac{1}{2}$		6
8		9 $\frac{3}{4}$	{ 11	12	8		2 $\frac{1}{2}$		5
9		7	2	10	9		3 $\frac{1}{4}$	12 $\mathcal{U}$ 3	6
10		10 $\frac{1}{4}$	2	11 $\frac{1}{2}$	10		1 $\frac{1}{2}$	2	5 $\frac{1}{4}$
				13	11		$\frac{1}{4}$		2
11		10		14 $\frac{1}{2}$	12		1 $\frac{1}{4}$		4 $\frac{1}{2}$
12		8 $\frac{1}{4}$		11	13		4 $\frac{2}{3}$		5 $\frac{1}{2}$
13		3 $\frac{1}{2}$		7 $\frac{1}{2}$	14		1 $\frac{1}{4}$		6
14		2 $\frac{1}{2}$		6 $\frac{1}{4}$	15		5 $\frac{1}{4}$		7 $\frac{1}{2}$
15		2 $\frac{1}{3}$		6 $\frac{1}{2}$	16		4		4
16		$\frac{1}{3}$		5	17		3		2 $\frac{1}{4}$
17		3 $\frac{1}{4}$		6 $\frac{1}{4}$	18		1 $\frac{1}{3}$		4 $\frac{1}{2}$
18		4 $\frac{1}{2}$		4 $\frac{1}{2}$	19		1		2
19		3		4 $\frac{1}{2}$	20		$\frac{1}{2}$		2
20		$\frac{1}{2}$		5	21		3		4 $\frac{1}{2}$
21		5		8	22		3		5 $\frac{1}{2}$
22		4 $\frac{1}{4}$		9	23		2		3
23		3		6 $\frac{1}{2}$	24		1 $\frac{1}{2}$		3
24		2		9 $\frac{1}{4}$	25	à Charenton.	2 $\frac{1}{3}$		5 $\frac{1}{4}$
25		2 $\frac{1}{4}$			26		4 $\frac{2}{3}$		7 $\frac{1}{8}$
26		$\frac{1}{2}$		3	27		4 $\frac{1}{2}$		5
27		1 $\frac{1}{4}$		1 $\frac{1}{2}$	28		6		8 $\frac{1}{4}$
28		2 $\frac{1}{8}$		1 $\frac{3}{4}$	29		5 $\frac{1}{4}$		7 $\frac{1}{2}$
29		$\frac{1}{4}$		3	30		4 $\frac{1}{4}$		6 $\frac{1}{4}$
30		3 $\frac{1}{4}$		7 $\frac{1}{2}$	31		3 $\frac{1}{4}$		7 $\frac{1}{2}$

476 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

*RESULTAT DES TABLES PRÉCÉDENTES;  
qui donnent les plus grands chauds & les plus grands froids  
de chaque mois de 1736, soit du matin, soit de l'après-midi.*

Plus grand froid du Matin.	Plus grand froid de l'Après-midi.	Plus grand chaud du Matin.	Plus grand chaud de l'Après-midi.
JANVIER 1736.			
3. à 7 <sup>h</sup> à 3 <sup>d</sup> $\frac{4}{7}$	3. à 2 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 0 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	30. à 6 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 6 <sup>d</sup> $\frac{1}{7}$	30. à 2 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 9 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$
FÉVRIER.			
24. à 6 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 4 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	24. à 2 <sup>h</sup> à 2 <sup>d</sup>	9. } à 6 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 5 <sup>d</sup> $\frac{1}{7}$ 10. }	5. à 2 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 10 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$
MARS.			
2. à 6 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 1 <sup>d</sup> $\frac{1}{7}$	2. à 2 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 2 <sup>d</sup>	31. à 6 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 6 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	27. à 3 <sup>h</sup> à 15 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$
AVRIL.			
23. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 1 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	22. à 2 <sup>h</sup> à 8 <sup>d</sup>	9. à 6 <sup>h</sup> à 9 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	3. à 3 <sup>h</sup> à 15 <sup>d</sup> $\frac{1}{7}$
M A I.			
13. } à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 4 <sup>d</sup> 25. }	14. à 3 <sup>h</sup> à 10 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	30. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 13 <sup>d</sup> $\frac{1}{4}$	30. à 3 <sup>h</sup> à 23 <sup>d</sup> $\frac{1}{4}$
J U I N. ....			
5. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 8 <sup>d</sup>	3. à 3 <sup>h</sup> à 13 <sup>d</sup>	23. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 14 <sup>d</sup> $\frac{1}{4}$	14. } à 3 <sup>h</sup> à 23 <sup>d</sup> 15. }
JUILLET.			
1. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 9 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	15. à 3 <sup>h</sup> à 12 <sup>d</sup>	30. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 16 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	30. à 3 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 29 <sup>d</sup> $\frac{2}{7}$
A O U T.			
28. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 8 <sup>d</sup>	27. à 3 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 14 <sup>d</sup>	15. à 5 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 18 <sup>d</sup>	14. à 3 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 28 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$
SEPTEMBRE.			
29. } à 6 <sup>h</sup> à 2 <sup>d</sup> 30. }	27. } à 3 <sup>h</sup> à 13 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$ 29. }	16. } à 6 <sup>h</sup> à 14 <sup>d</sup> 19. } 20. }	19. à 3 <sup>h</sup> à 23 <sup>d</sup>

Plus grand froid du Matin.	Plus grand froid de l'Après-midi.	Plus grand chaud du Matin.	Plus grand chaud de l'Après-midi.
OCTOBRE.			
11. à 6 <sup>h</sup> à 0 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	29. à 2 <sup>h</sup> à 6 <sup>d</sup>	20. à 4 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 13 <sup>d</sup>	25. à 1 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 20 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$
NOVEMBRE.			
28. à 7 <sup>h</sup> à 2 <sup>d</sup> $\frac{7}{8}$	27. à 2 <sup>h</sup> à 1 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	10. à 7 <sup>h</sup> à 10 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	11. à 2 <sup>h</sup> $\frac{1}{2}$ à 14 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$
DECEMBRE.			
20. à 7 <sup>h</sup> à 0 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	19. } à 2 <sup>h</sup> à 2 <sup>d</sup> 20. }	6. à 7 <sup>h</sup> à 8 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$	6. à 2 <sup>h</sup> à 9 <sup>d</sup> $\frac{1}{2}$

Un coup d'œil jetté sur cette Table, peut faire remarquer des irrégularités dans les froids & les chauds des différents mois, auxquels on ne devroit pas s'attendre, & dont les Tables des autres années nous ont déjà donné occasion de parler. Par exemple, on voit ici que dans Juin, Juillet & Août il y a eu des jours où il ne faisoit pas plus chaud à 7 heures du matin qu'il faisoit le 30 Janvier à 2 heures & demie après-midi.

*Observations faites à Alger pendant les onze premiers mois  
de l'année 1736, par M. TAITBOUT,  
Consul de France.*

Dans le Volume précédent nous avons déjà rapporté les observations faites par M. Taitbout dans cette même Ville, pendant les six derniers mois de 1735 ; mais nous ne savions pas alors quelle étoit la position du Thermometre, & nous devons avertir que nous avons appris depuis que cet instrument a toujours été tenu dans une Gallerie ouverte, & exposée au Nord-est quart de Nord, dont le devant est fait d'arcades hautes d'environ 11 pieds. La Gallerie a plus de 15 pieds de hauteur, son pavé est de marbre, & élevé de 7 pieds au dessus du rés-de-chauffée. Les variations du Thermometre placé dans cette gallerie, n'ont pû être aussi grandes qu'elles l'eussent été si le Thermometre eût été attaché contre le mur extérieur. Quoique M. Taitbout ait poussé l'exactitude jusqu'à faire ordinairement trois, & quelquefois quatre, & même six à sept observations par jour, nous nous sommes contentés de prendre dans ses Tables la première observation du matin & celle de deux heures ou d'une heure & demie après-midi, qui a presque toujours donné le plus grand chaud.

JANVIER. 1736.		FEVRIER.	MARS.	AVRIL.
J.	Degrés.	Degrés.	Degrés.	Degrés.
	<i>A 8 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>	<i>A 8 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>	<i>A 7 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>	<i>A 6 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>
1	12 $\frac{1}{2}$ ... 15	13 ... 14 $\frac{1}{2}$	12 ... 15	14 ... 17 $\frac{1}{2}$
2	13 ... 15	12 ... 13 $\frac{1}{2}$	13 ... 16	18 ... 19
3	12 $\frac{1}{2}$ ... 15	12 ... 14	14 ... 16 $\frac{1}{2}$	16 ... 17
4	12 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{1}{2}$	12 ... 13 $\frac{3}{4}$	14 ... 14	15 ... 17
5	12 ... 14 $\frac{3}{4}$	13 ... 14 $\frac{3}{4}$	13 ... 15 $\frac{1}{4}$	15 ... 18
6	11 $\frac{1}{2}$ ... 14	13 ... 14 $\frac{1}{4}$	13 ... 16	15 ... 17 $\frac{1}{2}$
7	10 $\frac{1}{2}$ ... 13 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{3}{4}$	13 ... 15	15 ... 18
8	11 $\frac{1}{2}$ ... 12	12 ... 13 $\frac{1}{2}$	13 ... 15	15 $\frac{1}{2}$ ... 19
9	11 ... 13	11 $\frac{1}{2}$ ... 12	13 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$ ... 16 $\frac{1}{2}$
10	11 $\frac{1}{2}$ ... 12	11 ... 13	14 ... 17	14 ... 16
11	12 ... 13	11 $\frac{1}{2}$ ... 12 $\frac{1}{2}$	14 ... 15 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{1}{2}$
12	12 ... 14	11 $\frac{3}{4}$ ... 11 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 15	13 $\frac{1}{2}$ ... 16
13	12 ... 14 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{2}$ ... 12 $\frac{1}{4}$	12 ... 13	14 $\frac{1}{4}$ ... 17
14	12 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{2}$	12 ... 13 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{2}$ ... 14	14 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{2}$
15	12 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{1}{4}$	12 ... 14	14 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{2}$
16	12 $\frac{3}{4}$ ... 14	12 ... 14	12 $\frac{3}{4}$ ... 15 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$ ... 16
17	13 ... 14 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 13 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$ ... 16 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{3}{4}$ ... 18
18	13 ... 14 $\frac{1}{2}$	13 ... 15	14 ... 16 $\frac{1}{2}$	15 ... 17 $\frac{1}{2}$
19	13 ... 13 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{1}{4}$ ... 16	14 $\frac{1}{2}$ ... 17	15 ... 16
20	12 $\frac{1}{2}$ ... 15	13 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{4}$	14 $\frac{3}{4}$ ... 15
21	12 $\frac{1}{4}$ ... 15 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{2}$	13 ... 15	14 ... 15 $\frac{1}{2}$
22	12 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 13	13 ... 15 $\frac{3}{4}$	14 ... 17
23	13 $\frac{1}{4}$ ... 16	12 ... 14	12 $\frac{3}{4}$ ... 15 $\frac{1}{2}$	15 ... 17
24	13 $\frac{1}{4}$ ... 16	12 $\frac{1}{2}$ ... 14	12 $\frac{3}{4}$ ... 15	15 ... 18
25	13 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{1}{4}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 15	12 $\frac{3}{4}$ ... 15	15 $\frac{1}{2}$ ... 17 $\frac{3}{4}$
26	12 ... 12 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{4}$ ... 18 $\frac{1}{2}$
27	11 ... 14 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{1}{2}$ ... 12	13 $\frac{3}{4}$ ... 15 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$ ... 17 $\frac{1}{4}$
28	11 $\frac{1}{2}$ ... 14	11 ... 13 $\frac{1}{2}$	14 ... 14 $\frac{1}{2}$	16 ... 16
29	13 ... 15	11 $\frac{1}{2}$ ... 14 $\frac{3}{4}$	14 ... 15 $\frac{1}{2}$	15 ... 16
30	13 ... 15 $\frac{1}{2}$		14 ... 15 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$ ... 15 $\frac{1}{2}$
31	13 $\frac{1}{4}$ ... 15		14 $\frac{1}{2}$ ... 17	

480 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

M A I. 1736.		J. U I N.		J U I L L E T.		A O U S T.	
J.	Degrés.	Degrés.		Degrés.		Degrés.	
	<i>A 6 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>	<i>A 6 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>		<i>A 6 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>		<i>A 6 heures du matin. A 2 heures après-midi.</i>	
1	15 ... 16 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$		19 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$		23 $\frac{1}{2}$ ... 25 $\frac{1}{2}$	
2	15 ... 18	19 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{3}{4}$		19 $\frac{3}{4}$ ... 22 $\frac{3}{4}$		23 $\frac{3}{4}$ ... 26 $\frac{1}{2}$	
3	15 $\frac{1}{2}$ ... 18 $\frac{3}{4}$	19 ... 22 $\frac{1}{2}$		19 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{4}$		23 $\frac{3}{4}$ ... 26 $\frac{1}{2}$	
4	15 ... 18 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{4}$		20 ... 22 $\frac{3}{4}$		23 $\frac{1}{2}$ ... 26	
5	15 $\frac{1}{2}$ ... 20	19 ... 22 $\frac{1}{2}$		20 ... 23 $\frac{1}{2}$		23 $\frac{1}{2}$ ... 27	
6	15 $\frac{1}{2}$ ... 20 $\frac{1}{2}$	18 ... 20 $\frac{1}{2}$		21 ... 23 $\frac{1}{4}$		23 $\frac{1}{2}$ ... 26	
7	17 ... 20 $\frac{1}{4}$	19 ... 21 $\frac{1}{4}$		20 $\frac{3}{4}$ ... 23 $\frac{1}{4}$		22 $\frac{1}{4}$ ... 26 $\frac{1}{4}$	
8	16 $\frac{1}{2}$ ... 17	19 ... 22		21 ... 23 $\frac{1}{2}$		23 $\frac{1}{2}$ ... 26 $\frac{1}{2}$	
9	16 ... 17 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{2}$ ... 21 $\frac{3}{4}$		21 ... 24 $\frac{3}{4}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25	
10	16 ... 18 $\frac{1}{4}$	18 $\frac{1}{2}$ ... 21 $\frac{1}{2}$		21 $\frac{3}{4}$ ... 24 $\frac{1}{4}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25	
11	16 $\frac{1}{2}$ ... 20	19 ... 22		22 ... 24 $\frac{1}{4}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25 $\frac{1}{2}$	
12	17 $\frac{1}{2}$ ... 22	19 ... 21 $\frac{1}{2}$		22 ... 25 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{3}{4}$ ... 25	
13	18 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$ ... 21 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{3}{4}$ ... 25	
14	19 ... 22	18 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{4}$		22 $\frac{1}{4}$ ... 26		22 $\frac{1}{2}$ ... 25	
15	19 $\frac{1}{2}$ ... 21	18 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$		23 ... 27		23 ... 25 $\frac{1}{2}$	
16	19 ... 22 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$		23 ... 25		23 $\frac{1}{4}$ ... 26	
17	19 ... 22 $\frac{1}{2}$	20 ... 22 $\frac{1}{4}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 24 $\frac{3}{4}$		23 ... 25 $\frac{1}{4}$	
18	19 ... 22 $\frac{1}{2}$	20 ... 22 $\frac{1}{2}$		22 ... 24 $\frac{1}{4}$		23 $\frac{1}{2}$ ... 25 $\frac{1}{4}$	
19	18 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$ ... 22		22 $\frac{1}{2}$ ... 24 $\frac{1}{2}$		23 ... 25 $\frac{1}{2}$	
20	17 $\frac{1}{2}$ ... 20	19 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 24 $\frac{1}{2}$		23 ... 25 $\frac{1}{2}$	
21	16 $\frac{1}{2}$ ... 20 $\frac{1}{2}$	19 ... 21 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25		23 ... 25 $\frac{1}{2}$	
22	17 $\frac{1}{2}$ ... 20	20 ... 23 $\frac{3}{4}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25 $\frac{1}{4}$		22 $\frac{3}{4}$ ... 24 $\frac{1}{4}$	
23	17 $\frac{1}{2}$ ... 20	20 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{3}{4}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 25 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{3}{4}$ ... 24 $\frac{1}{4}$	
24	17 ... 20	20 $\frac{1}{2}$ ... 22 $\frac{3}{4}$		22 $\frac{3}{4}$ ... 26 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{1}{4}$ ... 24 $\frac{3}{4}$	
25	15 $\frac{1}{2}$ ... 18	20 $\frac{1}{2}$ ... 24 $\frac{1}{4}$		23 $\frac{1}{4}$ ... 25 $\frac{3}{4}$		22 ... 24 $\frac{1}{2}$	
26	15 $\frac{1}{2}$ ... 20	21 ... 24		23 $\frac{1}{2}$ ... 26		21 $\frac{3}{4}$ ... 24 $\frac{1}{4}$	
27	16 ... 20	21 ... 24		23 $\frac{1}{2}$ ... 26 $\frac{1}{2}$		22 $\frac{1}{2}$ ... 26 $\frac{1}{2}$	
28	16 $\frac{1}{2}$ ... 20	21 ... 23		23 $\frac{3}{4}$ ... 26 $\frac{3}{4}$		23 ... 24	
29	17 ... 20	20 ... 22		23 $\frac{3}{4}$ ... 26		22 $\frac{1}{4}$ ... 24 $\frac{1}{4}$	
30	17 $\frac{1}{2}$ ... 21	19 $\frac{3}{4}$ ... 22		23 $\frac{1}{2}$ ... 26		21 $\frac{1}{4}$ ... 23 $\frac{1}{4}$	
31	18 ... 21 $\frac{1}{2}$			23 $\frac{1}{2}$ ... 26		22 ... 25 $\frac{1}{4}$	

SEPTEMBRE.

SEPTEMBRE. 1736.			OCTOBRE.		NOVEMBRE.	
Jour.	Degrés.		Degrés.		Degrés.	
	<i>A 6 heures du matin.</i>	<i>A 2 heures après-midi.</i>	<i>A 6 heures. du matin.</i>	<i>A 2 heures. après-midi.</i>	<i>A 7 heures du matin.</i>	<i>A 2 heures après-midi.</i>
1	22	25	18 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{2}$	16	18 $\frac{1}{2}$
2	21 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$	22	16	18 $\frac{1}{2}$
3	22	24 $\frac{1}{2}$	18	21 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{3}{4}$
4	21 $\frac{1}{4}$	25	18	18 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{2}$
5	22	25	17 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{4}$	16	18 $\frac{3}{4}$
6	20 $\frac{1}{2}$	24 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{2}$
7	20 $\frac{3}{4}$	23 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{1}{2}$	19	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{3}{4}$
8	20 $\frac{1}{2}$	24	16 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
9	20	22 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{4}$	20	16 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{2}$
10	20	23 $\frac{1}{4}$	16 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{4}$
11	20	22 $\frac{3}{4}$	17	20 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	18
12	20	23 $\frac{1}{2}$	17	21	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{4}$
13	20	23 $\frac{1}{4}$	17 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	18
14	20 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{1}{4}$	21 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{1}{4}$	17 $\frac{1}{2}$
15	20 $\frac{1}{4}$	23 $\frac{1}{4}$	19	23	15 $\frac{1}{4}$	17 $\frac{3}{4}$
16	20 $\frac{1}{4}$	23 $\frac{3}{4}$	18	22	15 $\frac{1}{4}$	17
17	20	23 $\frac{1}{2}$	18	21	<i>A 7 h. un quart.</i> 15	17
18	20 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{1}{4}$	18	21	14 $\frac{3}{4}$	17
19	20 $\frac{1}{4}$	24 $\frac{3}{4}$	<i>A 7 heures.</i> 18 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{4}$	17 $\frac{1}{2}$
20	21	24	19	22 $\frac{3}{4}$	15	18
21	21 $\frac{1}{4}$	24	19	22 $\frac{3}{4}$	16	18
22	21	23 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{3}{4}$	23 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{4}$
23	<i>A 6 heures &amp; demi.</i> 21	22 $\frac{1}{2}$	19	24	15 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$
24	20	21 $\frac{1}{2}$	21	22	14 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$
25	20	22 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{4}$	22 $\frac{1}{2}$	14	16 $\frac{3}{4}$
26	20	23	19 $\frac{3}{4}$	20	14	16 $\frac{1}{4}$
27	20 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{4}$	18	19 $\frac{3}{4}$	14 $\frac{1}{4}$	15
28	21	22 $\frac{1}{4}$	17	20 $\frac{1}{4}$	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{1}{2}$
29	18	21 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{3}{4}$	18 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{4}$	15 $\frac{3}{4}$
30	18	21 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{3}{4}$	15 $\frac{3}{4}$
31			16 $\frac{1}{2}$	19		

Mem. 1736.

PPP

Ces observations nous confirment ce que celles de l'année 1735 nous avoient déjà appris, qu'en Été nous avons à Paris des jours plus chauds que les plus chauds jours d'Alger. Le plus haut terme où ait monté la liqueur du Thermometre à Alger en 1736, a été 27 degrés, & elle est montée à Paris le 30 Juillet à 29 degrés  $\frac{2}{3}$ . Le jour où il a fait le plus chaud à Alger, étoit le 5<sup>me</sup> d'Août, & ce même jour la liqueur ne s'éleva à Paris qu'à 16 degrés. Des causes particulières produisent ces variétés. Dans les jours les plus froids ou les moins chauds qu'on a eus à Alger en 1736, la liqueur s'est tenuë à 11 degrés au dessus de la congélation, & cette même année la liqueur est descenduë à Paris à 4 degrés  $\frac{1}{2}$  au dessous de la congélation.

M. Granger, qui a entrepris les voyages les plus rudes & les plus périlleux, animé par le seul desir de nous donner de nouvelles connoissances sur toutes les parties de l'Histoire naturelle, sur les Minéraux, sur les Plantes & sur les Animaux, & qui y a si bien réussi, a fait avec beaucoup d'exactitude les observations du Thermometre; depuis qu'il en a eu deux des nôtres, il ne s'est jamais mis en route sans en porter un avec soi. Chaque jour il a eu attention de l'observer à plusieurs heures différentes; mais nous nous sommes bornés à extraire des journaux qu'il nous envoyés, une observation du matin & une de l'après-midi, propres à faire connoître le plus petit & le plus grand degré de chaud de l'endroit où il se trouvoit.



*Observations de M. GRANGER, faites en-Syrie, &c.*

[1736.]		
F E V R I E R		
Jours.	Degrés du Matin.	Degrés d'Après-midi.
	Heur. Degré.	Heur. Degré.
3	à 6 . . . à Seyde . . à 10	à 4 . . . . . à 14
4	6 . . . . . 9	5 . . . . . 15
5	6 . . . . . 10	5 . . . . . $14\frac{1}{2}$
6	6 . . . . . 11	5 . . . . . 15
7	6 . . . . . 11	4 . . . . . 15
8	6 . . . . . 10	4 . . . . . $14\frac{1}{2}$
9	6 . . . . . 10	4 . . . . . $14\frac{1}{2}$
10	6 . . . . . 9	5 . . . . . $14\frac{1}{2}$
11	5 . . . . . 10	{ 3 . . . . . $14\frac{1}{2}$
12	6 . . . . . 15	{ 7 . . . . . 17
13	6 . . . . . 11	2 . . . . . 16
14	6 . . . . . 10	5 . . . . . 16
15	6 . . . . . $15\frac{1}{2}$	5 . . . . . 15
16	6 . . . . . $13\frac{1}{2}$	5 . . . . . 16
17	6 . . . . . 13	4 . . . . . 14
18	6 . . . . . $12\frac{1}{2}$	5 . . . . . 15
19	6 . . . . . $18\frac{1}{2}$	5 . . . . . 17
20	6 . . . . . 12	5 . . . . . 18
21	6 . . . . . 13	{ 4 . . . . . $14\frac{1}{2}$
22	6 . . . . . 11	{ 6 . . . . . 12
23	6 . . . . . 11	4 . . . . . $13\frac{1}{2}$
24	6 . . . . . 12	5 . . . . . $14\frac{1}{2}$
25	6 parti de Seyde . . 21	5 . . . . . 16
26	6 . . fur Mer . . . 10	5 . . . . . 17
27	6 . . à Acre . . . 15	6 . . . . . $18\frac{1}{2}$
28	6 . . . . . 16	$3\frac{1}{2}$ . . . . . 19
29	6 . . . . . 18	2 . . . . . $19\frac{1}{2}$

M A R S. [1736.]

A V R I L.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>	<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>		<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>	<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>
1	à 6 . . . à Acre . .	15	à 4 . . . . .	à 17	1	à 6 . . . . .	à 6	à 6 à Bethléem . .	10
2	6 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	16	2	5 . . . . .	8	4 . . . . .	10
3	6 . . . . .	13	5 . . . . .	16 $\frac{1}{2}$	3	6 . . . . .	8	4 . . . . .	10 $\frac{1}{2}$
4	6 . . . . .	14 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	18	4	5 . . . . .	8	3 $\frac{1}{2}$ à S. Jean . .	18
5	6 $\frac{1}{2}$ parti d'Acre	13	5 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	5	6 . . . . .	8	4 . . . . .	16
6	6 . . . sur Mer . .	12	5 . . . . .	21	6	5 . . . . .	9	4 à Jérusalem . .	16
7	6 . . . . .	17	6 . . . . .	18	7	6 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	18
8	6 . . . . .	14 $\frac{1}{4}$	6 . . . . .	18	8	6 . . . . .	17	2 . . . . .	18
9	6 . . . . .	10 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	17	9	5 $\frac{1}{2}$ . . . . .	12	4 . . . . .	16
10	Orage qui a empêché d'observer.				10	6 . . . . .	10	4 . . . . .	15 $\frac{1}{2}$
11	5 . . . à Jaffa . .	13	5 . . . à Ramé . .	20 $\frac{1}{2}$	11	6 . . . . .	9	4 . . . . .	15 $\frac{1}{2}$
12	6 . . . . .	10	4 . . . . .	16	12	6 . . . . .	10 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	17
13	6 . . . . .	10	5 . . . . .	16	13	5 . . . . .	16	4 . . . . .	18
14	6 . . . . .	10	à midi . . . .	14	14	6 . . . . .	18	2 . . . . .	19
15	. . . . .		5 . . . à Gaze . .	21	15	5 . . . . .	10	4 . . . . .	17
16	6 . . . . .	14	7 . . . . .	16	16	5 . . . . .	9	4 . . . . .	17
17	7 . . . . .	16	6 . . . . .	16 $\frac{1}{2}$	17	5 . . . . .	8 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	15
18	6 . . . . .	16	4 . . . . .	17	18	5 . . . . .	8	4 . . . . .	15 $\frac{1}{2}$
19	7 . . . . .	16	4 . . . . .	16	19	5 . . . . .	8 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	16
20	6 . . . . .	16	6 . . . à Azot . .	20	20	5 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	16 $\frac{1}{2}$
21	. . . . .		1 . . . à Ramé . .	22	21	5 . . . . .	15	parti de Jérusalem.	
22	6 . . . . .	11	4 . . . . .	16 $\frac{1}{2}$	22	7 . . . à Jaffa . .	12	5 . . . . .	19
23	6 . . . . .	9 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	16	23	6 . . . . .	12	4 $\frac{1}{2}$ . . . . .	20
24	6 . . . . .	8	5 . . . . .	16	24	5 . . . . .	19	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$
25	6 . . . . .	11	4 . . . . .	14 $\frac{1}{2}$	25	5 . . . . .	18	4 . . . . .	19
26	5 . . . . .	10	4 . . . . .	15	26	6 . . . . .	17 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	19
27	5 . . . . .	9	4 . . . . .	15	27	6 . . . . .	17	4 . . . . .	19
28	6 . . . . .	8	4 . . . . .	14	28	6 . . . à Acre . .	17	4 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$
29	6 . . . . .	7 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	15	29	6 . . . . .	12	4 . . . . .	19
30	5 à Jérusalem . .	8	4 . . . . .	12 $\frac{1}{2}$	30	5 . . . . .	12	4 . . . . .	19
31	5 . . . . .	9	4 . . . . .	12					

M A I.

[1736.]

J U I N.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heure.	Degré.	Heure.	Degré.		Heure.	Degré.	Heure.	Degré.
1	à 5 . . . . .	à 17	à 4 . . . . .	à 20 $\frac{1}{2}$	1	à 4 . . . . .	à 17 $\frac{1}{2}$	à 4 . . . . .	à 23 $\frac{1}{2}$
2	5 . . . . .	16 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	21	2	4 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
3	5 . . . . .	18	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	3	4 . . . . .	19	4 . . . . .	24
4	8 . . . . .	19	2 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	4	4 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
5	6 au Mont-Carmel	16	4 . . . . .	19	5	4 . . . . .	18	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$
6	5 . . . . .	14 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	6	4 . . . . .	18	4 . . . . .	26
7	5 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	7	4 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$
8	5 . . . . .	14 $\frac{1}{2}$	5 . . . . . à Acre . .	20	8	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	25
9	4 . . . . .	15	5 . . . . .	20	9	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	26
10	4 . . . . .	13	5 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	10	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$
11	5 . . . . .	12 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	11	4 . . . . .	22	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$
12	5 . . . . .	15			12	4 . . . . .	22	4 . . . . .	27
13	4 à Nazareth . .	12	4 . . . . .	19	13	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	27
14	5 . . . . .	12 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	19	14	4 . . . . .	20	4 . . . . .	26
15	4 . . . . .	13	6 . . . . .	20	15	4 . . . . .	20	4 . . . . .	26 $\frac{1}{2}$
16	4 . . . . .	17 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	21	16	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	26 $\frac{1}{2}$
17	4 . . . . .	18	5 à la Thiberiade	22	17	4 . . . . .	21	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
18	. . . . .		5 . . . . . à Acre . .	24	18	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	24
19	4 . . . . .	22	5 . . . . .	25	19	4 . . . . .	20	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$
20	4 . . . . .	22	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$	20	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
21	4 . . . . .	17	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$	21	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	25
22	5 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$	22	4 . . . . .	21	5 . . . . .	26 $\frac{1}{2}$
23	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$	23	4 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	28
24	4 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	23	24	4 . . . . .	22	4 . . . . .	27
25	4 . . . . .	18	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$	25	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	26 $\frac{1}{2}$
26	4 . . . . .	16	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$	26	2 parti de Seyde	22	. . . . . à Barab	31
27	4 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$	27	5 à Antoure . . .	21	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$
28	parti pour Tyr.				28	5 . . . . .	23	5 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$
29	4 . . . . . à Seyde . .	17	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$	29	4 . . . . .	26	5 . . . . .	29 $\frac{1}{2}$
30	4 . . . . .	17	4 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$	30	5 . . . . .	29	4 . . . . .	32
31	4 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	23					

J U I L L E T. [1736.]

A O U S T.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 5 . . . . .	à 27 $\frac{1}{2}$	à 4 . . . . .	à 27	1	à 5 . . . . .	à 20 $\frac{1}{2}$	à 6 . . . . .	à 28 $\frac{1}{2}$
2	5 . . . . .	23	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$	2	5 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	29
3	4 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	29	3	5 . . . . .	21	6 . . . . .	30 $\frac{1}{2}$
4	4 . . . . .	21	4 . . . . .	à Tripoli . . 26 $\frac{3}{4}$	4	5 . . . . .	20	6 . . . . .	28
5	5 . . . . .	21	4 . . . . .	26 $\frac{1}{4}$	5	5 . . . . .	19 $\frac{3}{4}$	6 . . . . .	28
6	5 . . . . .	18 $\frac{3}{4}$	4 . . . . .	27	6	5 . . . . .	19	6 . . . . .	28
7	5 . . . . .	18 $\frac{3}{4}$	4 . . . . .	26	7	5 . . . . .	20	6 . . . . .	28 $\frac{1}{2}$
8	5 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	27	8	5 . . . . .	20	6 . . . . .	28
9	4 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$	5 au Mont-Liban	21	9	5 . . . . .	20	6 . . . . .	29
10	5 . . . . .	20	4 . . . . .	22	10	5 . . . . .	20	6 . . . . .	28
11	5 . . . . .	17	4 . . . . .	20 $\frac{3}{4}$	11	5 . . . . .	21	6 . . . . .	29
12	5 . . . . .	16 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	12	5 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	29
13	5 . . . . .	17 $\frac{1}{4}$	4 . . . . .	20	13	5 . . . . .	24	6 . . . . .	28
14	5 . . . . .	18	4 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	14	5 . . . . .	21	6 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$
15	5 . . . . .	18	4 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	15	5 . . . . .	22	6 . . . . .	25
16	5 . . . . .	18	4 . . . . .	21	16	5 . . . . .	22	6 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$
17	4 $\frac{1}{2}$ . . . . .	17 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	à Tripoli . . 27	17	4 . . . . .	24	6 . . . . .	30
18	5 . . . . .	21	6 . . . . .	28 $\frac{1}{4}$	18	5 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	30
19	5 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	29	19	5 . . . . .	22	6 . . . . .	à Emefé . . 26
20	5 . . . . .	20	6 . . . . .	29 $\frac{3}{4}$	20	5 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	27
21	5 . . . . .	20	5 . . . . .	28	21	5 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	à Apamée . . 29
22	5 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	29	22	5 . . . . .	25	6 . . . . .	29
23	5 . . . . .	20 $\frac{3}{4}$	6 . . . . .	28	23	5 . . . . .	24	9 . . . . .	à Marm . . 35
24	5 . . . . .	20	6 . . . . .	28	24	5 . . . . .	24	6 . . . . .	à Sermin . . 29
25	5 . . . . .	22 $\frac{3}{4}$	6 . . . . .	28	25	5 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	. . . . .	à Alep . . . 31 $\frac{1}{2}$
26	5 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	28	26	5 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$	5 . . . . .	31 $\frac{1}{2}$
27	5 . . . . .	21	6 . . . . .	28	27	5 . . . . .	24	6 . . . . .	30
28	5 . . . . .	21 $\frac{3}{4}$	6 . . . . .	28	28	5 . . . . .	21	5 . . . . .	30
29	5 . . . . .	21	6 . . . . .	28	29	5 . . . . .	21	5 . . . . .	30 $\frac{1}{2}$
30	5 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	28	30	5 . . . . .	21	5 . . . . .	31
31	5 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	6 . . . . .	28	31	6 . . . . .	22	5 . . . . .	30

## SEPTEMBRE. [1736.] OCTOBRE.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>	<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>		<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>	<i>Heure.</i>	<i>Degré.</i>
1	à 6 . . . . .	à 21	à 4 . . . . .	à 28 $\frac{1}{2}$	1	à 6 . . . . .	à 16	à 2 . . . . .	à 25 $\frac{1}{2}$
2	6 . . . . .	19 $\frac{1}{4}$	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$	2	6 . . . . .	16	2 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$
3	6 . . . . .	20	4 . . . . .	27	3	6 . . . . .	16 $\frac{1}{4}$	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$
4	6 . . . . .	20 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	29	4	6 . . . . .	16	4 . . . . .	23
5	6 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	29	5	6 . . . . .	14	4 . . . . .	24
6	6 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	28 $\frac{1}{2}$	6	6 . . . . .	14	3 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
7	6 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$ . . . . .	18	7	6 . . . . .	14	4 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
8	6 . . . . .	18 $\frac{1}{2}$	2 . . . . .	32 $\frac{1}{2}$	8	6 . . . . .	14	3 . . . . .	29 $\frac{1}{2}$
9	6 . . . . .	21	à midi . . . . .	33 $\frac{1}{2}$	9	6 . . . . .	16	3 . . . . .	26 $\frac{1}{2}$
10	6 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	28 $\frac{1}{2}$	10	6 . . . . .	13 $\frac{1}{2}$	3 . . . . .	28
11	6 . . . . .	17 $\frac{1}{2}$	2 . . . . .	33	11	6 . . . . .	15	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$
12	6 . . . . .	17	3 $\frac{1}{2}$ . . . . .	31 $\frac{1}{2}$	12	6 . . . . .	15	3 $\frac{1}{2}$ . . . . .	25 $\frac{1}{2}$
13	6 . . . . .	18	4 . . . . .	30	13	6 . . . . .	15	3 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
14	6 . . . . .	21 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$	14	6 . . . . .	17 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . . .	25 $\frac{1}{2}$
15	6 . . . . .	21	1 $\frac{1}{2}$ . . . . .	28 $\frac{1}{2}$	15	6 . . . . .	17	3 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
16	6 . . . . .	21	4 . . . . .	30 $\frac{1}{2}$	16	6 . . . . .	13	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$
17	6 . . . . .	22	2 . . . . .	30 $\frac{1}{2}$	17	6 . . . . .	14	4 . . . . .	22 $\frac{1}{2}$
18	6 . . . . .	20	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$	18	6 . . . . .	14	4 . . . . .	13
19	6 . . . . .	18	2 . . . . .	26 $\frac{1}{2}$	19	6 $\frac{1}{2}$ . . . . .	12	3 . . . . .	15 $\frac{1}{2}$
20	6 . . . . .	14 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	23 $\frac{1}{2}$	20	6 . . . . .	12	3 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$
21	6 . . . . .	13	4 . . . . .	24	21	6 . . . . .	10 $\frac{1}{2}$	4 . . . . .	17 $\frac{1}{2}$
22	6 . . . . .	14	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$	22	6 . . . . .	10 $\frac{1}{2}$	2 . . . . .	19 $\frac{1}{2}$
23	6 . . . . .	15	4 . . . . .	27	23	à la campagne depuis Alep jusqu'à l'Euphrate.		1 . . . . .	27
24	6 . . . . .	16	4 . . . . .	27	24			2 . . . . .	29 $\frac{1}{2}$
25	6 . . . . .	18	4 . . . . .	27 $\frac{1}{2}$	25	6 . . . . .	8	4 . . . . .	20
26	6 . . . . .	17	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$	26	6 . . . . .	7	3 . . . . .	23
27	6 . . . . .	16	4 . . . . .	25	27	6 à la Mésopotamie	17	4 . . . . .	16
28	6 . . . . .	17	4 . . . . .	26	28	6 . . . . .	10	2 . . . . .	22
29	6 . . . . .	17	4 . . . . .	25	29	6 . . . . .	7 $\frac{1}{2}$	2 . . . . .	24 $\frac{1}{2}$
30	6 . . . . .	17	4 . . . . .	25 $\frac{1}{2}$	30	6 . . . . .	12	à midi . . . . .	19
					31	6 . . . . .	14	2 . . . à Souvret . . .	24

## NOVEMBRE. [1736.] DECEMBRE.

J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.		J.	Degrés du Matin.		Degrés d'Après-midi.	
	Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.		Heures.	Degrés.	Heures.	Degrés.
1	à 7.....	à 18½	à 4.....	à 18	1	à 6½.....	à 9	à midi.....	à 11
2	7.....	16	4.....	17	2	6½.....	5	3.....	7½
3	7.....	15½	3.....	17½	3	6½.....	4½	2.....	7½
4	7.....	15	4.....	15	4	6½.....	2½	3.....	7½
5	7.....	10	4.....	16½	5	6½.....	4	3.....	9
6	6½.....	10	2.....	17	6	6½ au terme de la glace.		3.....	11
7	6½.....	6	4.....	19	7	6½.....	8	2.....	9
8	6½.....	3	4.....	16	8	7.....	8½	3.....	8½
9	6½ à Diarbeker	3	1.....	19	9	7 à Moufol	6	3.....	9
10	6½.....	5½	4.....	13½	10	6½.....	4	3.....	9
11	6½.....	6	3.....	14½	11	6½.....	6½	3.....	10
12	7.....	6	3½.....	15	12	6½.....	5	3.....	11
13	7.....	6½	3.....	15	13	6½.....	7	3.....	12
14	7.....	8	2.....	15	14	6½.....	6	3 à Bagdad	11
15	7.....	10	4.....	11	15	7.....	10	à midi.....	11½
16	7.....	9½	4.....	10	16	6½.....	9½	3.....	12½
17	7.....	8½	3.....	10½	17	7.....	9½	3.....	12½
18	7.....	5	2.....	9	18	7.....	11	3.....	14
19	6.....	5	3.....	6	19	7.....	9½	4½.....	15½
20	7 au terme de la glace.		2.....	2½	20	7½.....	6	3½.....	18
21	6.....	3	3.....	3	21	7.....	5	3½.....	18
22	7.....	3½	4.....	3½	22	7.....	2	3½.....	14
23	6.....	1	3.....	2½	23	7.....	4	3.....	14
24	7.....	2	4.....	4	24	7.....	6½	3.....	15½
25	5.....	3½	3.....	7½	25	5.....	6	4.....	12½
26	5.....	4	3.....	7½	26	7.....	5½	2.....	13½
27	7.....	5½	4.....	10½	27	6½.....	9½	2.....	12
28	7.....	7	à midi.....	14	28	7.....	10½	3.....	12
29	7 Sur le Tigre, depuis Diarbeker jusqu'à Bagdad.	8	3.....	13	29	7.....	7	3.....	12½
30	7.....	7	3.....	18	30	7.....	10	1.....	11
					31	6.....	8½	2 & 3.....	12½

Dans

Dans les observations que nous avons rapportées jusqu'ici, il n'y en a eu aucune qui nous ait donné un aussi grand degré de chaleur que celui que M. Granger essuya le 23 d'Août. Il partit à 5 heures du matin d'Apamée, la liqueur étoit alors à 24 degrés, & lorsqu'il arriva à Marra, la liqueur étoit élevée à 35 degrés, cependant il étoit 9 heures du soir, ainsi ce terme ne devoit pas être le plus haut où la liqueur eût monté. Une chaleur marquée par 35 degrés, semble être au dessus de celle que nous pouvons soutenir, nous à qui une chaleur marquée par 29 degrés  $\frac{1}{2}$  ou 30 degrés, paroît excessive. M. Granger m'a écrit cependant dans une Lettre datée d'Alep du 10 de Septembre 1736, que l'Été de 1736 avoit été regardé à Seyde, à Tripoli & à Alep, comme un des plus tempérés, à cause des vents d'Oüest & de Sud-ouëst qui avoient régné, & que la chaleur est bien plus grande dans le même pays, lorsque les vents regnants sont ceux d'Est, de Sud-est & de Sud. Il est vrai que nous ne connoissons pas encore le degré de chaleur que nous serions capables de soutenir, si nous y étions conduits peu-à-peu. Il y a des temps où tout le monde se récrie à Paris sur le chaud, lorsque la liqueur du Thermometre monte à 23 ou à 24 degrés, & ces 23 ou 24 degrés nous semblent ensuite marquer un air assez tempéré, lorsque nous avons cette chaleur dans des jours qui suivent ceux où la liqueur a monté à 29 ou à près de 30 degrés. Nous aurons occasion dans une autre année de rapporter des observations faites dans des pays où on a à soutenir une chaleur marquée par 38 degrés au dessus de la congélation. Une extrémité opposée est celle du froid excessif qu'ont eu à souffrir nos Académiciens qui ont eu le courage de s'exposer à tant de périls pour aller faire dans le Nord les opérations nécessaires pour nous faire connoître la véritable figure de la Terre. M. de Maupertuis nous a appris qu'il y a vû la liqueur d'un de nos Thermometres gelée, quoique cette liqueur fut un excellent Esprit de Vin, affoiblie seulement par une 4<sup>me</sup> ou une 5<sup>me</sup> partie d'eau; & qu'il y a vû descendre le Mercure des

Thermometres, construits sur les mêmes principes que ceux à Esprit de Vin, à 38 degrés au dessous de la congélation. De sorte qu'actuellement le terme de la congélation de l'eau est le terme moyen des degrés qui marquent la chaleur la plus excessive, & le froid le plus excessif des pays habités dans lesquels on a fait des observations qui nous ont été communiquées. Ces deux extrêmes sont terribles, & il y a pourtant lieu de croire qu'ils ne sont pas encore ceux du chaud & du froid que des hommes sont exposés à soutenir, & auxquels ils résistent. La suite des observations de M. Granger nous fait voir qu'en Syrie la variation du Thermometre est aussi grande & plus grande, dans certains jours, que dans ce pays-ci. Nous devons remarquer aussi qu'à Moufol, ville des chaleurs de laquelle les Voyageurs nous parlent comme des moins supportables, il fait assés froid dans le mois de Décembre. Deux jours avant que M. Granger arrivât à Moufol, la liqueur se trouva au terme de la congélation, & pendant qu'il y a été, la liqueur ne s'est pas élevée le matin à plus de 6 degrés au dessus de ce terme. Dès qu'on a à Moufol un air froid pendant l'Hiver, la chaleur de l'Eté en doit paroître plus considérable.

Les volumes des Mémoires de l'Académie de 1733, 1734 & 1735, ont donné les observations faites par M. Cossigny depuis son départ de France pour l'Isle de Bourbon, pendant son séjour dans cette dernière Isle, & dans l'Isle de France, & enfin pendant son retour jusqu'à son arrivée au Port de l'Orient le 19 Mars 1735. Il en repartit le 14 Mars 1736 pour l'Isle de France, & il recommença & a continué pendant sa route & son séjour, ses observations avec le même zèle & la même assiduité. Les observations faites pendant la traversée, nous confirment ce qu'il nous a appris le premier, qu'on peut passer la Ligne sans être exposé à de trop violentes chaleurs. La suite de ces observations nous fait si bien connoître la température de l'air de l'Isle de Bourbon & de celui de l'Isle de France, qu'il suffira à l'avenir de donner le plus grand & le plus petit degré de chaleur de



chaque mois dans ces Isles. Nous donnerons encore pour cette fois la suite entière des observations qu'il a faites l'après-midi au Port de l'Isle de France, & celles qu'il a engagé un habitant de l'Isle à faire matin & soir dans une habitation éloignée du Port de trois lieues ; ces dernières apprennent que selon la disposition du pays un très-petit éloignement suffit pour donner des différences sensibles dans les degrés du Thermometre.

*Observations sur le Thermometre, faites dans le Vaisseau LE MAUREPAS, parti de l'Orient en Bretagne le 14.<sup>me</sup> de Mars 1736, pour aller aux Isles de France & de Bourbon.*

(1736.)							M A R S.		
Jours.	Vents.	Longitude.		Latitude Nord.		Thermom.			
		Degr. Minut.		Degr. Minut.		Degrés.			
14	E. N. E.	13	0	47	40	8			
15	E.	10	40	46	36	9			
16	<i>Idem.</i>	7	33	45	6	12			
17	S. E.	5	38	44	3	13			
18	N. E.	4	19	42	2	9			
19	N. N. O.	3	13	39	53	11			
20	S. O.	3	0	39	14	14			
21	<i>Id.</i>	2	52	39	6	12			
22	S. S. E.	3	47	38	51	14			
23	S. S. O.	2	56	38	35	<i>Id.</i>			
24	S. S. E.	2	25	38	29	<i>Id.</i>			
25	<i>Id.</i>	0	57	38	14	15 $\frac{1}{2}$			
26	E.	1	3	36	36	<i>Id.</i>			
27	N. O.	2	21	34	39	12 $\frac{1}{2}$			
28	O. $\frac{1}{4}$ S. O.	2	30	32	28	15			
29	<i>Id.</i>	2	40	30	51	<i>Id.</i>			
30	N. N. O.	1	45	29	12	16			
31	N. E.	0	28	28	43	<i>Id.</i>			

## 492 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

A V R I L. (1736.)

M A I.

Jours.	Vents.	Longi- tude.		Latitude Nord.		Therm.	Jours.	Vents.	Longi- tude.		Latitude Sud.		Therm.
		D.	M.	D.	M.				D.	M.	D.	M.	
1	N. N. E.	0	45	27	46	16	1	.....	358	10	0	55	25
2	S. O. $\frac{1}{4}$ O.	2	27	26	29	17	2	S. E. $\frac{1}{4}$ E.	357	48	1	27	23
3	N. N. O.	2	0	26	32	18	3	S. E.	356	53	2	43	Id.
4	O. $\frac{1}{4}$ N. O.	1	17	25	14	Id.	4	S. E. $\frac{1}{4}$ E.	355	52	4	12	24
5	N. E.	0	27	24	37	16 $\frac{1}{2}$	5	Id.	354	36	6	0	23 $\frac{1}{2}$
6	N. E. $\frac{1}{4}$ E.	358	3	23	18	16	6	E. S. E.	353	35	7	53	23
7	N. E.	357	16	21	13	16 $\frac{1}{2}$	7	Id.	352	51	10	2	22 $\frac{1}{2}$
8	Id.	355	16	19	5	17	8	S. E. $\frac{1}{4}$ S.	351	53	11	51	Id.
9	N. E. $\frac{1}{4}$ E.	353	43	17	7	Id.	9	S. E. $\frac{1}{4}$ E.	351	10	13	17	22
10	N. E.	352	51	15	14	19	10	E. S. E.	350	43	14	14	Id.
11	N. N. E.	.....	.....	.....	.....	20	11	E.	350	40	15	14	Id.
12	Id.	.....	.....	.....	.....	Id.	12	Id.	350	47	16	50	22 $\frac{1}{2}$
13	Id.	.....	.....	.....	.....	Id.	13	E. $\frac{1}{4}$ N. E.	350	59	18	49	Id.
14	Id.	.....	.....	.....	.....	Id.	14	E. S. E.	351	4	20	41	22
15	Id.	.....	.....	.....	.....	20 $\frac{1}{2}$	15	E. N. E.	351	30	22	43	21
16	Id.	.....	.....	.....	.....	21	16	N. E.	352	42	24	20	20
17	Id.	.....	.....	.....	.....	20.	17	S. $\frac{1}{4}$ S. E.	354	39	25	2	19
18	N. E.	353	53	12	25	20. $\frac{1}{2}$	18.	S. E.	356	23	24	29	18
19	N. $\frac{1}{4}$ N. E.	354	53	10	26	21	19	E. $\frac{1}{4}$ S. E.	355	30	25	9	Id.
20	N.	355	48	8	48	20.	20.	N. E. $\frac{1}{4}$ E.	355	44	26	9	19
21	N. $\frac{1}{4}$ N. O.	356	30	7	13	21	21	N. O.	356	43	27	17	18
22	N. N. O.	357	0	5	28	22	22	S.	358	48	27	55	17
23	N. $\frac{1}{4}$ N. E.	357	26	3	43	23	23	S. E.	359	50	28	13	Id.
24	E. N. E.	357	44	2	28	Id.	24	N. O. $\frac{1}{4}$ N.	1	10	29	27	16 $\frac{1}{2}$
25	O. S. O.	358	0	1	22	25	25	N. O. $\frac{1}{4}$ O.	3	19	30	29	17 $\frac{1}{2}$
26	N. N. O.	358	11	0	23	22	26	Id.	5.	45	31	39	17
27	S. O. $\frac{1}{4}$ S.	357	59	0	13	22 $\frac{1}{2}$	27	S.	8	17	32	12	16 $\frac{1}{2}$
28	S. O.	358	15	0	55	23	28	S. E. $\frac{1}{4}$ E.	9	35	31	41	14
29	.....	358	20	0	57	24	29	N. E. $\frac{1}{4}$ N.	10	12	33	16	15
30	.....	358	16	0	54	Id.	30	N. O.	12	56	34	17	13
							31.	O.	16	38	34	14	Id.

## J U I N. (1736.) J U I L L E T.

Jours.	Vents.	Longi- tude.	Latitude Sud.	Therm.	Jours.	Vents.	Longi- tude.	Latitude Sud.	Therm.
		D. M.	D. M.	D.			D. M.	D. M.	D.
1	N. O. $\frac{1}{4}$ N.	20 11	34 27	14	1	O. N. O.	82 50	29 38	14 $\frac{1}{2}$
2	O. $\frac{1}{4}$ N. O.	23 8	34 40	Id.	2	S. S. E.	83 0	27 5	14
3	Id.	25 50	34 57	14 $\frac{1}{2}$	3	S. E.	83 0	24 37	15
4	N. O.	28 22	34 54	15	4	E. S. E.	83 10	22 2	17 $\frac{1}{2}$
5	N. O. $\frac{1}{4}$ N.	31 6	34 49	15 $\frac{1}{2}$	5	S.	81 44	20 8	19
6	O. $\frac{1}{4}$ N. O.	33 22	34 45	Id.	6	S. E.	79 0	....	Id.
7	O.	34 46	34 35	14 $\frac{1}{2}$					
8	E. $\frac{1}{4}$ S. E.	36 54	34 40	16					
9	E. N. E.	36 40	35 40	17					
10	N. O. $\frac{1}{4}$ N.	37 42	35 55	16 $\frac{1}{2}$					
11	N. O.	40 28	36 11	16					
12	Id.	43 42	36 52	12 $\frac{1}{2}$					
13	N. N. O.	47 24	37 3	15 $\frac{1}{2}$					
14	Id.	51 26	36 55	13					
15	O. N. O.	53 51	36 38	14					
16	O.	57 30	36 36	13					
17	N. E.	58 53	36 9	16					
18	Id.	59 34	36 26	Id.					
19	Id.	60 31	36 56	Id.					
20	N. E. $\frac{1}{4}$ E.	62 34	37 28	17					
21	N. E.	64 36	37 58	16					
22	O.	66 17	38 6	Id.					
23	S.	68 33	36 56	13					
24	S. $\frac{1}{4}$ S. E.	71 20	35 37	Id.					
25	E. $\frac{1}{4}$ S. E.	73 7	34 8	14					
26	E. $\frac{1}{4}$ N. E.	73 52	33 40	15					
27	N. E. $\frac{1}{4}$ N.	75 59	33 58	16					
28	N.	78 32	33 57	Id.					
29	O.	80 38	33 45	12					
30	S. O. $\frac{1}{4}$ O.	82 50	31 54	11 $\frac{1}{2}$					

La suite est observée au Port  
du N. O. de l'Île de France, &  
dans une Habitation à 3 lieues du  
même Port, tirant vers l'O. S.  $\frac{1}{4}$  O.

494 MEMOIRE DE L'ACADEMIE ROYALE

(1736.) JUILLET.				A O U S T.			SEPTEMBRE.		
Jours.	Thermom. au Port.	Thermometre à l'Habitation.		Thermom. au Port.	Thermometre à l'Habitation.		Thermom. au Port.	Thermometre à l'Habitation.	
	Degrés d'après-midi.	Degrés du matin.	Degrés d'après-midi.	Degrés d'après-midi.	Degrés du matin.	Degrés d'après-midi.	Degrés d'après-midi.	Degrés du matin.	Degrés d'après-midi.
1	.....	....	....	20	13	16	21 $\frac{1}{8}$	15	19
2	.....	....	....	20 $\frac{1}{2}$	11	16	Id.		
3	.....	....	....	Id.	12	17	22		
4	.....	....	....	21	Id.	Id.	21		
5	.....	....	....	Id.	11	17	Id.	11	18
6	.....	....	....	Id.	12	16	Id.	15	18
7	20.	....	....	Id.	13	17	Id.	14	21
8	21	....	....	20	15	16 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{1}{2}$	12	20
9	20 $\frac{1}{2}$	....	....	19 $\frac{1}{2}$	12	18 $\frac{1}{2}$	20	14	18
10	Id.	....	....	Id.	13	17	19	11	17
11	Id.	....	....	20	11	18	18 $\frac{1}{2}$	12	17
12	21	....	....	21	13	17	20	Id.	Id.
13	Id.	....	....	Id.	Id.	Id.	18 $\frac{1}{2}$	13	15
14	20	....	....	20 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.	20	13	17
15	Id.	....	....	20	15	18 $\frac{1}{2}$	21	14	16
16	Id.	....	....	20 $\frac{1}{2}$	14	19	21 $\frac{1}{2}$	13	19
17	19	....	....	21	12	19	22 $\frac{1}{4}$	15	19
18	Id.	....	....	21 $\frac{1}{4}$	16	19	22	13	18
19	18	....	....	21	12	19	21 $\frac{1}{2}$	12	19
20	18 $\frac{1}{2}$	....	....	Id.	13	18	22 $\frac{1}{4}$	15	19
21	18	....	....	20	13	17	22	13	20
22	Id.	....	....	Id.	Id.	Id.	21 $\frac{1}{2}$	12	19
23	Id.	....	....	Id.	13	16	22 $\frac{1}{4}$	Id.	Id.
24	19	....	....	18 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{1}{2}$	22	15	18
25	Id.	....	....	19	14	16	21	15	19
26	19 $\frac{1}{2}$	....	....	18 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{2}$	19	22 $\frac{1}{2}$	14	18
27	19	....	....	20	14	20	Id.	14	19
28	20	14	17	Id.	10	19	22 $\frac{2}{3}$	15 $\frac{1}{3}$	19 $\frac{1}{2}$
29	Id.	Id.	Id.	Id.	15	18	Id.	14	20
30	19 $\frac{1}{2}$	13	16	19 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{2}$	19	Id.	15	19
31	Id.	Id.	Id.	21	15	19			

(1736.) OCTOBRE.				NOVEMBRE.			DECEMBRE.		
Jours.	Thermom. au Port.	Thermometre à l'Habitation.		Thermom. au Port.	Thermometre à l'Habitation.		Thermom. au Port.	Thermometre à l'Habitation.	
	Degrés d'après-midi.	Degrés du matin.	Degrés d'après-midi.	Degrés d'après-midi.	Degrés du matin.	Degrés d'après-midi.	Degrés d'après-midi.	Degrés du matin.	Degrés d'après-midi.
1	22 $\frac{2}{3}$	15	20	23 $\frac{1}{2}$	16	21	24	17	21
2	23	16	20	23	17	20	Id.	17	22
3	23 $\frac{1}{2}$	15	20	21 $\frac{2}{3}$	11	19	24 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.
4	22 $\frac{1}{2}$	...	....	21 $\frac{1}{2}$	...	....	24	Id.	Id.
5	22	...	....	21	...	....	24 $\frac{3}{4}$	Id.	Id.
6	Id.	...	....	21 $\frac{1}{2}$	15	18	25	16	20
7	Id.	...	....	22	15	19	24	17	22
8	21	...	....	22 $\frac{1}{4}$	16	20	25	Id.	Id.
9	22 $\frac{1}{2}$	...	....	23	15	21	23	17	23
10	23	15	20	24	16	21	23 $\frac{1}{2}$	17	22
11	23 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.	24 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.	24 $\frac{1}{2}$	18	23
12	23	15 $\frac{1}{2}$	20	24	16	22	25 $\frac{1}{4}$	Id.	Id.
13	Id.	15	19	Id.	15	21	26 $\frac{1}{2}$	18	22 $\frac{1}{2}$
14	Id.	14	19	24 $\frac{1}{2}$	16	22	Id.	18	23
15	23 $\frac{1}{2}$	15	20	24	15	22	26	19	23 $\frac{1}{2}$
16	22 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.	Id.	16	22	25	18	23
17	23	Id.	Id.	23	Id.	Id.	26 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.
18	22	15	19	23 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.	26	Id.	Id.
19	23	14	19	23	16	20	25	18	22
20	Id.	15	20	Id.	15	21	Id.	17 $\frac{1}{2}$	22
21	Id.	15	21	23 $\frac{1}{2}$	17	22	24 $\frac{1}{2}$	18	23
22	23 $\frac{1}{4}$	15	19	24	18	23	Id.	19	22
23	23	15	20	24 $\frac{1}{4}$	Id.	Id.	22	18	22 $\frac{1}{2}$
24	22	Id.	Id.	25 $\frac{1}{4}$	17	23	23 $\frac{1}{2}$	19	21 $\frac{1}{2}$
25	Id.	16	18	26	Id.	Id.	24	18	22
26	21	15	19	24 $\frac{1}{2}$	17	22	25	18	23
27	22	16	20	24	16	20	24	19	23 $\frac{1}{2}$
28	21 $\frac{3}{4}$	16	21	23	14	19	Id.	19	23
29	21	16	20	24	15	21	24	19	23 $\frac{1}{2}$
30	22	15	19	24 $\frac{1}{2}$	Id.	Id.	25	20	24
31	24	16	21				Id.	19	24

496 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

M. Cossigny ne s'est pas contenté de faire lui-même les observations du Thermometre dans le Port de l'Isle de France, & de les faire faire dans une habitation éloignée de trois lieuës de ce Port ; il nous a procuré un très-bon Observateur à Pondichery ; il a envoyé un Thermometre à un Capucin qui y réside, & qui s'est chargé de faire par jour plus d'observations qu'on eût osé le prier d'en faire. Il en a fait régulièrement une à 6 heures  $\frac{1}{2}$  & une autre à 11 heures du matin, une à 2 heures & une autre à 5 heures après-midi ; & outre ces quatre observations il a marqué l'heure du jour où la liqueur s'est le plus élevée. Nous nous bornerons à rapporter ici pour chaque jour l'observation de 6 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, & celle qui a été faite à l'heure du plus grand chaud : cet attentif Religieux n'a été en état de commencer ses observations que le 10 de Septembre 1736 ; aussi ne donnerons-nous actuellement que celles qu'il a faites depuis ce jour jusqu'au dernier de la même année ; mais nous pourrons donner dans le volume suivant des Mémoires de l'Académie, la suite complete de ses observations pendant l'année entière 1737.

*Observations du Thermometre faites à Pondichery depuis  
le 10 Septembre jusqu'au dernier Decembre 1736.*

(1736.) SEPTEMBRE.			
Jours.	A 6 heur. $\frac{1}{2}$ du matin.	Heures de la plus grande élévation.	
		Heures.	Degrés.
10	$24 \frac{3}{4}$	à $2 \frac{1}{2}$ . . . . .	$26 \frac{1}{4}$
11	$24$	$2 \frac{3}{4}$ . . . . .	$26 \frac{1}{4}$
12	$24$	$3 \frac{1}{2}$ . . . . .	$27 \frac{2}{3}$
13	$24 \frac{2}{3}$	$3 \frac{1}{2}$ . . . . .	$27$
14	$24 \frac{1}{2}$	$3$ . . . . .	$28$
15	$24 \frac{3}{4}$	$2 \frac{1}{4}$ . . . . .	$27$
16	$24 \frac{1}{2}$	$2 \frac{1}{2}$ . . . . .	$27 \frac{1}{4}$
17	$25 \frac{1}{2}$	$1$ . . . . .	$27 \frac{3}{4}$
18	$25 \frac{1}{2}$	$1$ . . . . .	$28 \frac{3}{4}$
19	$25$	$4$ . . . . .	$28 \frac{1}{3}$
20	$25$	$3$ . . . . .	$27 \frac{1}{2}$
21	$24$	$3$ . . . . .	$26 \frac{1}{2}$
22	$24 \frac{1}{2}$	$3 \frac{1}{2}$ . . . . .	$26 \frac{1}{3}$
23	$23$	$3$ . . . . .	$25$
24	$22 \frac{2}{3}$	$3 \frac{2}{4}$ . . . . .	$25 \frac{2}{3}$
25	$21 \frac{2}{3}$	$3 \frac{1}{2}$ . . . . .	$25 \frac{2}{3}$
26	$22 \frac{1}{2}$	$1 \frac{1}{2}$ . . . . .	$25$
27	$23 \frac{1}{2}$	$3$ . . . . .	$25 \frac{1}{2}$
28	$23 \frac{1}{2}$	$4$ . . . . .	$26 \frac{1}{2}$
29	.....	$3$ . . . . .	$27$
30	$23 \frac{1}{4}$	$2 \frac{1}{2}$ . . . . .	$26 \frac{1}{4}$

*Mem. 1736.*

RIF

498. MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

(1736.) OCTOBRE.				NOVEMBRE.				DECEMBRE.			
Jours.	A 6 h. $\frac{1}{2}$ du matin.	Heures de la plus grande élévation.		A 6 h. $\frac{1}{2}$ du matin.	Heures de la plus grande élévation.		A 6 h. $\frac{1}{2}$ du matin.	Heures de la plus grande élévation.			
	Degrés.	Heures.	Degrés.	Degrés.	Heures.	Degrés.	Degrés.	Heures.	Degrés.		
1	23 $\frac{2}{3}$	à 3 . . . .	26 $\frac{3}{4}$	21 $\frac{1}{4}$	à 3 $\frac{1}{2}$ . . . .	22 $\frac{1}{3}$	21	à 3 $\frac{1}{2}$ . . . .	23 $\frac{1}{2}$		
2	24	4 . . . .	27	21 $\frac{1}{2}$	2 . . . .	23 $\frac{1}{2}$	.....	3 . . . .	23 $\frac{1}{4}$		
3	23 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	27	21	11 $\frac{1}{2}$ . . . .	24 $\frac{1}{4}$	21	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	23 $\frac{2}{3}$		
4	.....	3 . . . .	26 $\frac{1}{8}$	21 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{4}$ . . . .	23 $\frac{1}{4}$	21 $\frac{1}{3}$	3 . . . .	21 $\frac{1}{4}$		
5	.....	2 . . . .	27	21	3 . . . .	24	20 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{4}$ . . . .	21 $\frac{1}{2}$		
6	24	2 $\frac{3}{4}$ . . . .	27 $\frac{1}{8}$	21 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	25	20	3 $\frac{3}{4}$ . . . .	22 $\frac{1}{4}$		
7	.....	.....	.....	22	2 . . . .	25	19 $\frac{2}{3}$	.....	.....		
8	24	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	27	23	3 . . . .	25	20	.....	.....		
9	24 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	27 $\frac{1}{2}$	23 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	25	19 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$ . . . .	22		
10	24 $\frac{2}{3}$	3 . . . .	27 $\frac{1}{8}$	22	2 $\frac{1}{4}$ . . . .	25	19	3 . . . .	21 $\frac{3}{4}$		
11	24 $\frac{3}{4}$	3 . . . .	27 $\frac{1}{3}$	.....	.....	.....	19 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	21 $\frac{3}{4}$		
12	24 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	27 $\frac{1}{4}$	21 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$ . . . .	24	19 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{4}$ . . . .	22		
13	24 $\frac{1}{4}$	3 . . . .	27 $\frac{1}{4}$	21 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	23 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	22 $\frac{1}{2}$		
14	.....	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	25 $\frac{1}{4}$	21 $\frac{1}{3}$	11 . . . .	21 $\frac{2}{3}$	19 $\frac{3}{4}$	3 . . . .	22 $\frac{1}{2}$		
15	24	3 . . . .	25	21	3 . . . .	22 $\frac{2}{3}$	19 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	22 $\frac{2}{3}$		
16	23 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	25 $\frac{2}{3}$	21	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	23	19 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{4}$ . . . .	22 $\frac{1}{4}$		
17	23 $\frac{2}{3}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	25 $\frac{1}{3}$	21	2 . . . .	23 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{4}$	3 . . . .	23		
18	24	1 $\frac{3}{4}$ . . . .	26 $\frac{1}{2}$	21	1 $\frac{1}{2}$ . . . .	23	19 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	23		
19	23 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	26 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	23	19 $\frac{1}{4}$	3 . . . .	23		
20	23 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{4}$ . . . .	26 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{2}{3}$	2 . . . .	23	19 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$ . . . .	21 $\frac{1}{2}$		
21	23	2 . . . .	26 $\frac{1}{4}$	20 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	22 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{1}{3}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	22		
22	22 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{2}$ . . . .	24 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	23	21	3 . . . .	22 $\frac{1}{3}$		
23	21 $\frac{1}{4}$	3 . . . .	25	19	2 $\frac{3}{4}$ . . . .	22 $\frac{3}{4}$	19 $\frac{3}{4}$	.....	.....		
24	22 $\frac{1}{2}$	.....	.....	19 $\frac{3}{4}$	2 . . . .	22 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{3}{4}$	.....	.....		
25	22 $\frac{1}{4}$	3 . . . .	25 $\frac{2}{3}$	19 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	22 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....		
26	23 $\frac{1}{3}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	25 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{2}{3}$	12 $\frac{1}{2}$ . . . .	22	19 $\frac{3}{4}$	3 . . . .	22 $\frac{1}{3}$		
27	22 $\frac{2}{3}$	3 . . . .	23 $\frac{2}{3}$	21	2 . . . .	22 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	22 $\frac{1}{4}$		
28	22	2 . . . .	24	21 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$ . . . .	23 $\frac{2}{3}$	19 $\frac{1}{2}$	2 . . . .	22 $\frac{1}{2}$		
29	21 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	25 $\frac{1}{2}$	21	3 . . . .	22 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{2}{3}$	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	22 $\frac{1}{2}$		
30	21 $\frac{1}{2}$	2 . . . .	24 $\frac{1}{4}$	19 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{4}$ . . . .	23 $\frac{2}{3}$	19 $\frac{1}{2}$	3 . . . .	22 $\frac{1}{2}$		
31	21 $\frac{1}{3}$	3 . . . .	22 $\frac{1}{2}$	.....	.....	.....	19	2 $\frac{1}{2}$ . . . .	22 $\frac{1}{4}$		



De tous les jours marqués dans la Table précédente, celui où il a fait le moins chaud à Pondichery, a été le 31 Décembre, à 6 heures  $\frac{1}{2}$  du matin, la liqueur étoit descendue à 19 degrés, ce qui pourtant marque un degré de chaleur assez ordinaire à nos jours d'Été, & celui des jours des mois de Septembre, Octobre, Novembre & Décembre, où il a fait le plus chaud à Pondichery, a été le 14 de Septembre que la liqueur monta à 28 degrés, mais dans les mois de Juin, Juillet & Août, on est exposé en cette Ville à des chaleurs beaucoup plus considérables, lorsque les vents de Terre soufflent.

Le zèle pour le progrès des Sciences, qui a conduit M.<sup>rs</sup> Godin, Bouguer & de la Condamine, au Perou, ne leur a pas permis de regarder les opérations qui tendent à déterminer la figure de la Terre comme leur unique objet, il n'est aucun genre d'observations auquel ils n'aient été attentifs. Nous pouvons nous promettre d'en avoir d'eux sur la température de l'air de tous les endroits où ils auront été. Voici déjà une suite d'observations faites par M. de la Condamine sur la Côte du Perou pendant près de quatre mois entiers.

# 500 MEMOIRES DE L'ACADEMIE ROYALE

*Observations des Degrés de hauteur du Thermometre, faites en 1736, sur la Côte du Perou & dans les Terres, depuis le 15 Mars jusqu'au 4 Juin, par M. DE LA CONDAMINE.*

On a observé, pour l'ordinaire, à 6 heures du matin, & à 3 heures après-midi. Quand l'heure a été fort différente, on l'a marquée.

(1736.) M A R S.			
LIEUX de l'Observation.	Date.	Matin.	Soir.
		Degrés.	Degrés.
à Monte-Christi.	15	20	
	16	$20\frac{1}{3}$	
	17	$20\frac{1}{2}$	
	18	$18\frac{2}{3}$	
	19	19 . . . .	26
	20	$17\frac{2}{3}$	
	21	$19\frac{1}{2}$ . . . .	$26\frac{1}{3}$ à $2^h\frac{1}{2}$
	22	21	
	23	$21\frac{1}{4}$	
	24	$20\frac{2}{3}$	
	25	$20\frac{1}{3}$ . . . .	24 à $4^h$
	26	$20\frac{1}{3}$ à $4^h\frac{1}{2}$	
	27	20 . . . .	$25\frac{1}{4}$
	28	21	
	29	17	
à Charapoto . . . .	30	21 . . . .	$23\frac{1}{2}$ à $4^h$
à Puerto-Viejo . .	31	20	

A V R I L. (1736.) M A I.

LIEUX de l'Observation.	Date.	Matin.	Soir.	LIEUX de l'Observation.	Date.	Matin.	Soir.
		Degrés.	D.			Degr.	Degr.
à Charapoto . . .	1	20		à Bocca de Esmeraldas . .	1	$21 \frac{1}{4}$	
à l'embouchure de Rio-Briseño.	2	20		à Pueblo de Esmeraldas . .	...	...	26
	3	20			2	21	25
	4	$28 \frac{1}{3}$ à midi.			3	21	25
	5	$20 \frac{1}{2}$			4	21	25
au Cap Passado . .	6	20			5	21	25
	7			Sur la Riviere des Esmeraldas . .	6	$20 \frac{1}{2}$	24
	8	21			7	21	$25 \frac{1}{3}$
	9	$20 \frac{1}{4}$			8	21	
à Rio-Jama . . . .	10	21			9	$21 \frac{1}{3}$	27
	11	20 . . . .	$22 \frac{1}{2}$		10		
	12	20 . . . .	$22 \frac{1}{2}$		11	18	
	13	$21 \frac{4}{5}$			12	19	22
	14	$20 \frac{1}{3}$ . . .	25		13	18	
	15	$20 \frac{1}{3}$			14	$18 \frac{1}{2}$	23
	16	$19 \frac{1}{6}$ . . .	$24 \frac{1}{2}$		15	$19 \frac{2}{3}$	
	17	$20 \frac{1}{3}$		à Sylanché . . . . .	16	$18 \frac{1}{2}$	
	18	20			...	...	28
	19	21			17	20	24
	20	20			18	$19 \frac{1}{2}$	24
	21	$19 \frac{1}{4}$			19	$18 \frac{4}{5}$	$26 \frac{1}{2}$
	22	$20 \frac{1}{2}$			20	20	24
	23	$18 \frac{1}{2}$			21	20	25
En Mer, Latit. O.	24	...	24		22	$18 \frac{3}{4}$	26
	25				23	20	$24 \frac{3}{4}$
	26				24	20	$24 \frac{1}{3}$
au Cap S. <sup>t</sup> Francisco.	27	22			25	20	24
à Attacames . . . .	28	...	$24 \frac{3}{4}$	de Sylanché	26	$19 \frac{1}{2}$	$21 \frac{1}{2}$
	29	20 . . . .	26	à Niguas . . . . .	27	$19 \frac{1}{2}$	20
	30	$20 \frac{1}{2}$ . . .	26		28	$18 \frac{1}{2}$	$20 \frac{1}{2}$
					29	16	$17 \frac{1}{3}$
				à Niguas . . . . .	30	14	$22 \frac{1}{3}$
					31	13	22

(1736.) J U I N.			
L I E U X de l'Observation.	Date.	Matin.	Soir.
		Degrés.	Degrés.
à Tambillo .....	1	16	
à Gualea .....	.....	.....	$19\frac{1}{2}$
	2	13	
à Nanegal .....	.....	.....	$17\frac{1}{2}$
	3	$13\frac{1}{2}$	
de Nanegal à Nono	.....	.....	15
à Quito .....	} Pendant tout le mois de Juin }		de 8 à 10 de 12 à $17\frac{1}{2}$

On se seroit attendu que dans des endroits aussi voisins de l'Equateur que le sont ceux de la Table précédente, on auroit été exposé aux plus violentes chaleurs; cependant la plus grande chaleur que nos Académiciens y aient éprouvée, a été marquée par 28 degrés, chaleur que nous avons assés ordinairement chaque année pendant quelques jours de nos Etés. On croit lire les observations de la température d'air d'un de nos beaux mois d'Avril ou de Mai, quand on lit celles du mois de Juin à Quito, où le matin la liqueur a toujours été élevée entre 8 à 10 degrés, & l'après-midi entre 12 & 17 degrés  $\frac{1}{2}$ . Mais les observations astronomiques que ces M.<sup>rs</sup> ont faites sur les Montagnes, les ont exposés à d'assés grands degrés de froid, à des froids plus grands que ceux qui sont marqués par 4 degrés au dessous de la congélation. Les Lettres de M.<sup>rs</sup> Bouguer & de la Condamine nous ont appris que lorsqu'ils étoient près de Quito, sur le sommet de la Montagne de Pichincha, élevée de près de 2300 toises au dessus de la Mer, dans une petite cabutte remplie par huit à dix personnes, dans laquelle ils avoient beaucoup de lumières & des réchauds de feu, l'eau geloit sur leur table en moins d'un quart d'heure.

# OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

*faites à Utrecht pendant l'année 1736.*

*Extraites d'une Lettre de M. MUSSCHENBROEK.*

Par M. DU FAY.

L'Année 1736 a été très-fertile en Hollande, tant pour les bleds que pour les fruits & les bestiaux. La quantité de l'eau de pluie a été de 23 pouces 7 lignes  $\frac{1}{2}$ , mesure du Rhin, qui reviennent environ à 22 pouces 9 lignes  $\frac{2}{3}$  du pied de France, ce qui ne s'éloigne pas de l'année commune, qui est à Utrecht de 23 pouces 2 lignes du pied de France; nous nous servirons toujours dans la suite de cette mesure, en supposant que le pied du Rhin est au pied de Roy comme 139 à 144. La quantité de l'évaporation a été de 28 pouces 11 lignes, mesure de France, plus grande que celle de la pluie, ce qui arrive assés souvent.

26 Janvier  
1737.

Il n'a tonné qu'onze fois dans l'année, il y a eu des tempêtes fort considérables qui ont causé plusieurs naufrages; le froid ni le chaud n'ont point été excessifs. La plus grande hauteur du Thermometre de Fahrenheit a été le 24 Juillet à 2 heures après-midi, il monta jusqu'au 87.<sup>me</sup> degré, qui répond au 27  $\frac{1}{2}$  du Thermometre de M. de Reaumur; il y eut ce jour-là à Utrecht une grêle dont les grains étoient gros comme des œufs de Pigeon, & quelques-uns comme des œufs de Poule; il y en eut du poids de 2 onces, & quelques-uns s'enfoncerent en terre de 2 pouces de profondeur. L'Aiguille aimantée qui ce jour-là déclinait à midi de 13<sup>d</sup> 25', déclinait après la tempête de 13<sup>d</sup> 35'.

Le plus grand froid a été le 19 Février à 7 heures du matin, le Thermometre fut à 17 degrés, ce qui revient à 7 degrés  $\frac{1}{2}$  au dessous du terme de la glace de celui de M. de Reaumur.

La plus grande hauteur du Barometre a été le 14 & le 15 Novembre de 28 pouces 3 lignes, mesure de France, & la moindre hauteur a été de 26 pouces 7 lignes le 20 Octobre à 11 heures du soir.

La plus grande déclinaison de l'Aiguille aimantée a été de 14 degrés depuis le 17 jusqu'au 26 Février, & quelques autres jours dans l'année ; la moindre déclinaison a été de 12<sup>d</sup> 15' le 17 Décembre à midi.

La plus grande inclinaison de l'Aiguille a été le 22 & le 23 de Mars de 76<sup>d</sup> 35', & la moindre de 72 degrés le 1<sup>er</sup>, le 15 & le 17 Janvier.

M. Musschenbroeck compte dans le cours de cette année jusqu'à 62 Aurores Boréales, dont quelques-unes ont été assés considérables, il ne fait point mention de Halo ni de Parhelies, cependant on a vû à Paris & aux environs un assés grand nombre de Halo, voici la liste de ceux que j'ai observés.

Le 5 Avril à 9 heures du matin, il en parut un à Chantilly, dont les couleurs étoient vives & assés bien terminées ; le 7 du même mois à midi, & le 21 à 10 heures, il en parut à Paris, mais ils étoient confus & mal terminés.

Le 5 Mai à 11 heures, le 10 à 2 heures & le 18 à 8 heures du matin, j'en observai à Paris qui étoient imparfaits & mal terminés. Le 26 & le 27, sur les 10 heures du matin, j'en vis au Tremblay d'à peu-près semblables.

Le 1<sup>er</sup> Juin à Paris j'observai un Halo très-parfait sur les 10 heures, les couleurs en étoient fort distinctes dans la partie supérieure & dans le bas, mais les côtés étoient un peu brouillés, il étoit du diametre ordinaire, & les couleurs dans le même ordre où je les ai toujours vûes. Le 15 du même mois, sur les 3 heures après-midi, & le 29 sur les 10 heures du matin, on en vit aussi quelques traces.

Le 9 Juillet on en vit un à Paris toute la matinée. Le 2 Août à 9 heures du matin, le 23 à une heure, & le 24 à 10 heures, j'en vis pareillement à Paris. Le 5 Septembre à 10 heures du matin, le 7 toute la matinée, & le 14 à 5 heures du soir, il y en eut de semblables à Paris.

Le

Le 24 Octobre, sur les 10 heures du soir, j'observai au Tremblay un Halo très-bien formé autour de la Lune, les couleurs en étoient cependant assés mal terminées. Le lendemain il parut dès 7 heures du soir une Aurore Boréale tranquille & assés lumineuse, mais le clair de Lune empêchoit de la bien voir. Sur les 10 heures j'apperçûs une bande ou traînée de lumière qui alloit de l'Est à l'Ouest & de la Lune à la Lyre, mais elle ne demeura pas long-temps en cet état, elle chemina parallelement du Nord au Sud, & se dissipa en moins d'une demi-heure; sa lumière étoit très-vive, il y avoit quelques flocons lumineux vers son milieu du côté du Nord, mais ils disparurent encore plutôt que la bande.

On vit dans ce même temps des Aurores Boréales pendant plusieurs jours de suite, mais je remarquai quelques jours où il n'y en avoit certainement aucune trace, quoique le Ciel fût fort serein, qu'il y en eût eu la veille, & qu'il y en eût le jour suivant, ce qui semble prouver que ce n'est pas une continuité de lumière qui dure pendant plusieurs jours, & que des circonstances particulières comme les nuages pendant la nuit ou la lumière du jour empêchent d'appercevoir; c'est ce que j'ai observé avec soin, parce qu'il y a de très-habiles gens qui ont paru être dans ce sentiment.

Le 3 Novembre je vis au Tremblay, à 10 heures du matin, un Halo imparfait, & le 9 Décembre à Paris il y en eut un sur les 6 heures du soir autour de la Lune, qui dura plus d'une heure, & dont les couleurs étoient assés vives & bien terminées. Ce sont-là tous les Halo que j'ai observés dans le cours de l'année, parmi lesquels je n'ai vû aucune apparence de Parhelie, ni de Paraselene, mais il est vraisemblable qu'il y en a encore plusieurs qui m'ont échappé.



## OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE ROYAL

PENDANT L'ANNEE M. DCCXXXVI.

Par M. MARALDI.

*Observations sur la quantité de la Pluie.*

	pouc.	lign.		pouc.	lign.
9 Janvier 1737.	0	11 $\frac{1}{6}$	En Juillet .....	0	11 $\frac{2}{6}$
EN Janvier...	0	10 $\frac{1}{6}$	Août.....	1	4 $\frac{1}{6}$
Février....	0	11	Septembre..	0	11 $\frac{1}{6}$
Mars.....	0	9 $\frac{1}{6}$	Octobre....	1	3 $\frac{1}{6}$
Avril.....	1	4 $\frac{5}{6}$	Novembre..	0	6 $\frac{1}{6}$
Mai.....	3	0 $\frac{1}{6}$	Décembre..	2	1 $\frac{1}{6}$
Jun.....	7	10 $\frac{2}{6}$		7	1 $\frac{2}{6}$

Ainsi la quantité de la pluie tombée en 1736 à l'Observatoire, est de 15 pouces &  $\frac{1}{3}$  de ligne, moindre de 2 pouces que la pluie qui tombe dans une année commune. La pluie tombée dans les six premiers mois, est plus grande de 9 lignes que celle des six derniers mois ; celle du mois de Juin est presque égale à celle des quatre premiers mois de l'année.

*Observations sur le Thermometre.*

Le froid de cette année 1736 a été très-moderé, la liqueur du Thermometre ordinaire, qui marque la congélation de l'eau à 30 degrés, n'est descendue qu'à 25 degrés  $\frac{1}{2}$  le 3 de Janvier, & à 24 degrés le 24 & le 25 de Février par un vent de Nord-est. Celui de M. de Reaumur est descendu le 3 de Janvier à 3 degrés  $\frac{1}{4}$  au dessous de la congélation de l'eau, & à 3 degrés  $\frac{1}{2}$  le 24 & le 25 de Février.

Les mêmes Thermometres ont marqué la plus grande



chaleur le 30 de Juillet & le 14 d'Août à 2 heures après-midi ; car la liqueur du Thermometre ordinaire, qui, au lever du Soleil étoit à 68 degrés, est montée après-midi à  $80^{\circ}\frac{1}{2}$ , le vent étant tourné au Sud, & la liqueur d'un grand Thermometre de M. de Reaumur, qui est dans le même endroit que le Thermometre ordinaire, c'est-à-dire, dans le bas & dans l'intérieur de la Tour Orientale de l'Observatoire, qui est découverte, est montée les mêmes jours à  $1028\frac{1}{2}$ , au lieu que la liqueur d'un petit Thermometre de M. de Reaumur, qui est exposé en dehors de cette Tour, dans l'encoignure de la fenêtre septentrionale, n'est montée qu'à  $1026$  degrés  $\frac{3}{4}$ , & j'ai remarqué que pendant tout l'Été ce Thermometre a toujours été plus bas que celui qui est dans l'intérieur de la Tour.

*Observations sur le Barometre.*

Le Barometre a marqué la plus grande élévation du Mercure à 28 pouces 5 lignes  $\frac{1}{2}$  le 30 de Novembre, le 1<sup>er</sup> & le 2<sup>d</sup> jour de Décembre, par un temps couvert & un vent de Nord-ouest, & il a marqué la moindre élévation à 27,1 pouces 2 lignes  $\frac{1}{2}$  le 26 & le 28 de Janvier par un grand vent de Sud, & temps couvert.

*Déclinaison de l'Aiguille aimantée.*

J'ai observé plusieurs fois au mois de Décembre & au commencement de ce mois, avec une Aiguille de 4 pouces, la déclinaison de l'Aiman de  $15^{\circ} 40'$ .

*F I N.*

---

Fautes à corriger dans les Mémoires de 1735.

Page	Ligne	Lifés,
171	11	donne 3 pieds.
189	15	:: 25945 : 8810 $\frac{251, \&c.}{1169, \&c.}$













